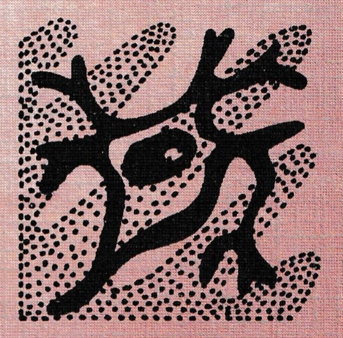
МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ



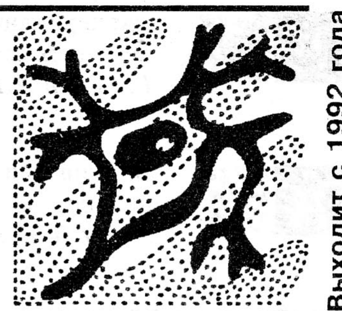
2 (12)'98



Тел./факс: (095) 925-9241
Эл. почта: zaoiprzhr@glasnet.ru
http://www.glasnet.ru/~zaoiprzhr/

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 47339 В КАТАЛОГЕ АГЕНТСТВА "РОСПЕЧАТЬ": ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ

МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ



Выходит с 1992 года

Научно-практический журнал

Содержание № 2 (12) 1998

СТАТЬИ

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Учредитель: Медико-техническая ассоциация КВЧ
103907, Москва, ГСП-3, ул. Моховая 11, ИРЭ РАН для ЗАО "МТА-КВЧ".

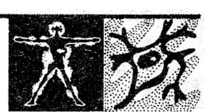
Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации. Свидетельство о регистрации № 0110708 от 27 мая 1993 г.

Редактор: О.Н.Максурова
Корректор: Р.М.Ваничкина

Сдано в набор 15.10.98. Подписано в печать 15.11.98. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура "Кудряшовская". Печать офсетная. Печ. л. 6. Изд. № 43.

Издательское предприятие редакции журнала "Радиотехника" (ИПРЖР).
Адрес: 103031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 20/6. Тел. 925-9241. Тел./факс 921-4837.
E-mail: zaoiprzhr@glasnet.ru
http://www.glasnet.ru/~zaoiprzhr/
Лицензия на издательскую деятельность № 065229 от 20 июня 1997 г. Государственного комитета РФ по печати.

Компьютерная верстка Издательского предприятия редакции журнала "Радиотехника".
Типография издательства МГУ, Москва, Воробьевы горы, ул. Академика Хохлова, д. 11. Заказ № 1252



Частотная зависимость биологических эффектов в области электромагнитных волн: новые биологические резонансы в миллиметровом диапазоне

О.В.Бецкий

Институт радиотехники и электроники РАН, ЗАО "МТА-КВЧ", Москва

Эта работа, так же как и предыдущая [1], посвящена обсуждению реальности существования узких (высокодобротных) биологических резонансов при воздействии на живые организмы электромагнитных полей. В [1] было показано, что зрительный аппарат человека, воспринимающий электромагнитные колебания в видимом диапазоне волн: $\lambda = 0{,}40...0{,}74$ мкн (частоты $f = 7\cdot10^5... 4\cdot10^5$ ГГц), способен реагировать на небольшое изменение частоты Δf, порядка 0,5 % относительно средней частоты f_0. Проявляется это автоматически в ощущении смены цветового ощущения, причем в качестве волномера (частотомера) выступает тот отдел центральной нервной системы, который отвечает за формирование ощущения цвета. В этом случае добротность Q_0, характеризующая остроту резонансной кривой, имеет значение до $Q_0 = f_0/\Delta f \approx \approx 600...700$.

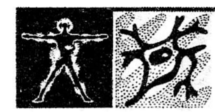
В более длинноволновой части диапазона электромагнитных волн, а именно в КВЧ-диапазоне, биологические резонансы были зарегистрированы экспериментально в середине 60-х годов в опытах А.З.Смолянской и Л.А.Севастьяновой [2, 3]. В этих первых экспериментах в КВЧ-диапазоне добротность Q_0 была достаточно большой — 100 и более.

В последующих работах, выполненных как у нас в стране, так и за рубежом, получены и более узкие резонансы, $Q_0 > 1000$ [4, 5]. Тем не менее страсти вокруг "резонансных" эффектов в миллиметровом (ММ) диапазоне» еще не улеглись и до сих пор, и время от времени наши коллеги, специалисты в области электроники и радиофизики, вновь ставят под сомнение вопрос о возможности высокодобротных резонансов при воздействии на живые организмы электромагнитных низкоинтенсивных полей в КВЧ-диапазоне.

Не стремясь вновь возвращаться к дискуссии по данному вопросу, имеющему почти тридцатилетнюю историю, хочется обратить внимание читателей на новые работы в КВЧ-диапазоне, в которых еще раз продемонстрированы высокодобротные биологические резонансы. Речь идет о работах, выполненных в Саратовском филиале ИРЭ РАН. В них описываются новые эффекты при взаимодействии низкоинтенсивных ММ-волн с живыми организмами и любыми водосодержащими объектами [6, 7]. Эти эффекты впервые были обнаружены и исследованы Н.И.Синицыным, В.И.Петросяном и В.А.Ёлкиным и получили название СПЕ-эффекта (по начальным буквам фамилий первооткрывателей). Сущность обнаруженных эффектов можно пояснить кратко следующим образом. При воздействии низкоинтенсивных ММ-волн на водосодержащие объекты (в частности, на тело человека) при мощности порядка 1...10 мкВт меняется величина собственного электромагнитного (теплового) излучения объекта в другом, смещенном по частоте (относительно частоты "зондирующих" ММ-волн) диапазоне. Наиболее сильно это проявляется в дециметровом диапазоне длин волн и уверенно фиксируется с помощью высокочувствительных приемников (радиометров). Главная особенность данного явления состоит в том, что изменение (увеличение) теплового излучения зависит от частоты "зондирующего" ММ-излучения, и на кривой "мощность теплового излучения в дециметровом диапазоне (на фиксированной частоте приема) — частота излучения в ММ-диапазоне" отчетливо наблюдаются резонансоподобные участки. Наиболее отчетливо это было зарегистрировано вблизи трех резонансных частот: 50,3; 51,8 и 65 ГГц [6, 7].

Таким образом, экспериментально обнаружены еще несколько интересных биологически значимых частот в дополнение к уже известным и используемым в медико-биологической практике частотам: $f_1 \approx 42{,}42$ ГГц ($\lambda_1 \approx 7{,}1$ мм); $f_2 \approx 53{,}57$ ГГц ($\lambda_2 \approx \approx 5{,}6$ мм); $f_3 \approx 61{,}22$ ГГц ($\lambda_3 \approx 4{,}9$ мм); $f_4 \approx 110$ ГГц ($\lambda_4 \approx 2{,}53$ мм).

Можно надеяться, что новые (саратовские) частоты найдут на практике такое же широкое применение, как и "старые классические" частоты.



Резонансные эффекты в водосодержащих объектах

Методика эксперимента. Схема эксперимента показана на рис.1. В качестве водосодержащего объекта был автор настоящей статьи, а в качестве экспериментаторов выступили Н.И.Синицын, В.И.Петросян и В.А.Ёлкин (авторы открытия).

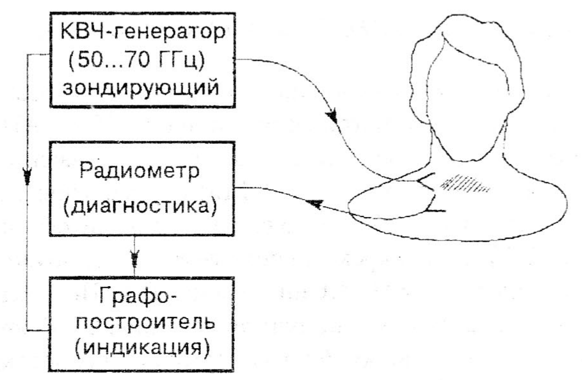


Рис.1. Схема работы комплекса

Испытуемый помещался в металлический бокс (частично экранированная камера), через открытую дверцу которого излучение КВЧ-генератора (стандартные генераторы на ЛОВ-О типа Г4-141 или Г4-142) направляют из прямоугольного рупора на испытуемого с расстояния, равного примерно 1 м (плотность потока мощности на теле испытуемого составляла приблизительно 1 мкВт /см^2). Внутри бокса установлены радиометр РТ-30 (разработка СКБ ИРЭ РАН) и другая измерительная аппаратура. Радиометр снабжен антенной – коаксиальным кабелем со специальным аппликатором (в микрополосковом исполнении), который прикладывался к различным участкам тела испытуемого. Основные технические параметры радиометра: средняя (фиксированная) частота f = 1000 МГц, полоса пропускания Δf = 50 МГц, постоянная времени t = 3 с, чувствительность P = 10^{-16} Вт (кстати, этот радиометр разрабатывался когда-то для изучения теплового излучения Земли с искусственного спутника Земли).

В качестве регистрирующего устройства использовался самописец, на вход которого подавался сигнал с низкочастотного выхода радиометра, а развертка осуществлялась по закону изменения частоты КВЧ-генератора.

На первый взгляд может показаться, что схема и методика эксперимента являются чрезвычайно простыми. В действительности это, возможно, и близко к истине, но за "кадром" остается мучительная и многолетняя отработка методики измерения, особенно с целью обеспечения воспроизводимости результатов. Например, без использования даже частично экранированной камеры обеспечить воспроизводимость результатов оказалось невозможным, и необходимо было, в частности, правильно сориентировать камеру в пространстве рабочего помещения для исключения влияния внешних помех. И таких (теперь уже очевидных) нюансов было немало.

Результаты эксперимента. На рис.2 представлен фрагмент типичной экспериментальной зависимости теплового излучения от частоты КВЧ-генератора (аппликатор прикладывался к области эпигаст-

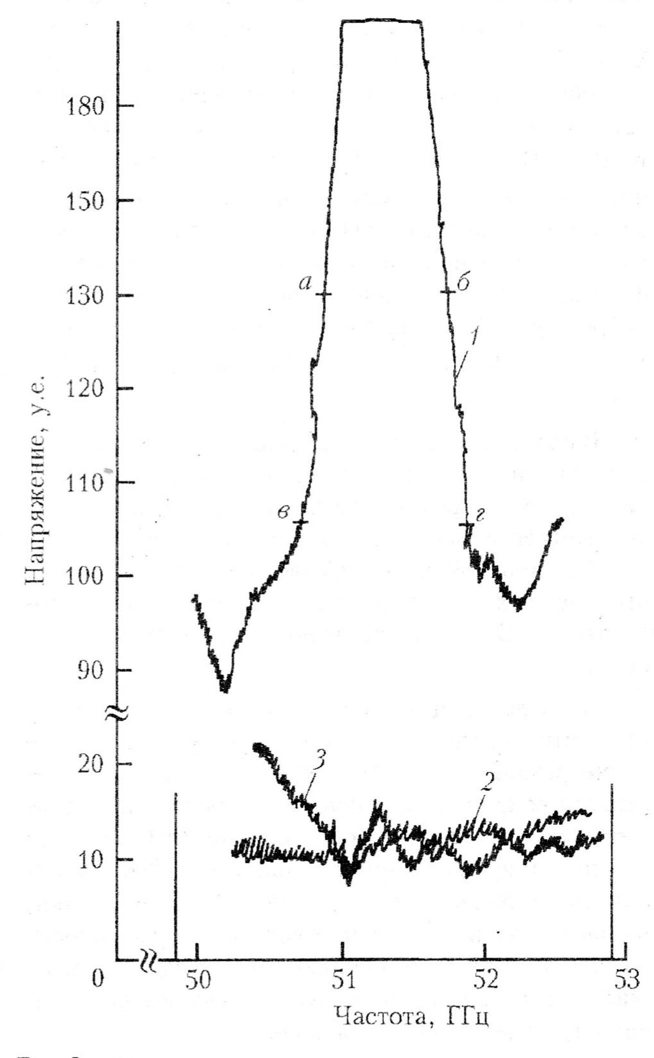


Рис.2. Фрагменты реализации сигналов самописца при изучении биологических резонансов в КВЧ-диапазоне: *1* — второй резонанс, f = 51,8 ГГц; *2* — собственный шум самописца; *3* — шум самописца, когда аппликатор присоединен к телу испытуемого (область эпигастрия)

рия испытуемого). Обратим внимание на поведение экспериментальной кривой, очерченной вертикальными черточками. В этих пределах участок кривой можно считать резонансоподобным со средней длиной волны $\lambda \approx 5{,}8$ мм ($f = 51{,}8$ ГГц).

Обычно в радиотехнике при вычислении добротности Q_0 для нахождения Δf определяют местоположение точек *а* и *б*, соответствующих половине "величины эффекта" (относительно его максимального значения). Тогда $Q_0 = f_0/\Delta f_{а-б}$.

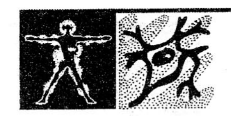
Оценим порядок заведомо меньшей величины добротности, выбрав Δf не по уровню 0,5, а по точкам *в* и *г*, а именно $Q_0 = F_0/\Delta f_{в-г}$. В нашем случае $Q_0 \approx 50$.

Таким образом, видно, что для рассматриваемого нами эксперимента также можно говорить о биологическом резонансе с достаточно большим значением добротности (в работе [6] для различных водосодержащих систем приводится значение добротности до 300 единиц).

В заключение следует отметить еще один интересный эффект: биологический резонанс можно наблюдать лишь при значении мощности в КВЧ-диапазоне, находящийся в пределах 1...10 мкВт, а при меньших и больших значениях мощности резонансные эффекты не наблюдаются, что находится в качественном согласии с теоретическими оценками [6, 7].

Литература

1. *Бецкий О.В.* О частотной зависимости биологических эффектов в области электромагнитных волн. Ч. 1. Цветоощущение в видимом диапазоне. – Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1994, №4, с.5–9.
2. *Севастьянова Л.А., Виленская Р.Л.* Исследование влияния радиоволн сверхвысокой частоты миллиметрового диапазона на костный мозг мышей. – УФН, 1973, т.110, вып.3, с.456–458.
3. *Смолянская А.З., Виленская Р.Л.* Действие электромагнитного излучения ММ-диапазона на функциональную активность некоторых генетических элементов бактериальных клеток. – УФН, 1973, т.110, вып.3, с.458.
4. *Диденко Н.П., Зеленцов В.И., Далькович В.М* и др. Зависимость резонансного отклика молекулы гемоглобина от уровня мощности ММ-излучения. – Миллиметровые волны в медицине и биологии (под ред. акад. Н.Д.Девяткова). – М.: ИРЭ РАН, 1989, с.220–226.
5. *Gründler W., Keilmann F.* Sharp resonances in yeast growth prove nonthermal sensitivity to microwaves. – Physical Review Let., 1983, v.51, №13, p.1214–1216.
6. *Петросян В.И., Гуляев Ю.В., Житенева Э.А.* и др. Теория и практика спектрально-волновой диагностики и прецизионно-волновой терапии. – Радиотехника и электроника, 1995, т.40, вып.1, с.127–133.
7. *Синицын Н.И., Петросян В.И., Елкин В.А.* и др. Особая роль системы "миллиметровые волны – водная среда" в природе. – Биомедицинская радиоэлектроника, 1998, №1, с.5–23.



Терапия, контроль и коррекция состояния организма человека воздействием высокочастотных электромагнитных полей в замкнутой биотехнической системе

В.И.Афромеев, М.М.Нагорный**, И.И.Соколовский***, Т.И.Субботина****, А.А.Яшин*****

Введение

Выбор радиофизических параметров электромагнитного излучения (ЭМИ) СВЧ- и КВЧ-диапазонов — при наиболее общей постановке задачи — важен с двух точек зрения: а) оптимизация характеристик аппаратуры в биокибернетической системе генератор—пациент—система обратных связей [1]: мощность ЭМИ, частота, тип модуляции и т.д; б) оценка физиологического состояния человека при санкционированном и несанкционированном воздействиях ЭМИ. К последнему относится широкий спектр воздействий, начиная от воздействий ЭМИ промышленных и бытовых установок и заканчивая влиянием на человеческий организм излучений радиолокационных станций и санкционированных направленных воздействий [2].

По мере развития различных технических средств адекватно возрастают и требования к контролю физиологического состояния обслуживающего их персонала и пользователей. Примером подобной ситуации является развитие технических средств, использующих достаточно сильные магнитные поля [3]. Сюда же относятся и вопросы защиты от влияния сильных полей экипажей высокоскоростного транспорта на сверхпроводящих магнитах, разрабатываемого в Институте транспортных средств и технологий НАНУ. В этом случае требуются постоянный контроль за состоянием здоровья и необходимая корректировка их функционального состояния. Поэтому, ввиду высокой значимости данного аспекта, разработку соответствующих диагностико-терапевтических средств следует проводить параллельно с проектированием собственно технического средства, их систем управления и контроля. Следуя биокибернетическому подходу [1], можно утверждать, что биологическая защита является по существу компонентом системы — контура управления.

В настоящей работе обобщаются некоторые результаты и технические решения по созданию высокоэффективных средств диагностики и терапии возможных нарушений в состоянии здоровья. Причем, с учетом исследуемых подходов по созданию корректирующих и терапевтических средств, представляется возможным проводить как протективные воздействия на (например) обслуживающий персонал технических систем соответствующими средствами, ослабляющими возможные нарушения в состоянии здоровья, так и терапевтическое оздоровительное воздействие.

Существенным будет подчеркнуть и то благоприятное для разработчиков систем управления и контроля технических средств обстоятельство, что целый ряд технических решений, использующий физические явления, из систем управления переносятся в разработку медицинских средств контроля и коррекции (так называемый *принцип соответствия* Н.Бора, широко известный в физике и технических приложениях [4]). Ожидаемые же от реализации средств биологической защиты персонала технических установок результаты несомненно окажутся полезными для их использования в других, более сложных и более значимых технологиях и сферах человеческой деятельности в интересах народного хозяйства, здравоохранения, обороны и т.д.

Роль высокочастотной электромагнитной терапии в современной медицине: коррекция и контроль состояния организма

На протяжении всего исторического периода развития медицины [5], но особенно в последнее

* Научно- производственное предприятие "Стек" (г.Тула).

** Государственная медицинская академия, кафедра детских нервных болезней (г.Днепропетровск).

*** Институт транспортных средств и технологий НАН Украины (г.Днепропетровск).

**** НИИ новых медицинских технологий (г.Тула).

время, значительные интеллектуальные, финансовые и технические средства и усилия вкладывались и вкладываются в создание новых лекарственных средств, а также в разработку различных нелекарственных методов лечебного воздействия на организм. Естественным представляется и вопрос: почему всевозрастающие темпы роста названных затрат несопоставимы с намного более скромными результатами применения полученных лекарственных препаратов и нелекарственных методов лечения, с самой эффективностью лечебного процесса в интегральном представлении [6]? Пессимистический ответ на этот вопрос можно сформулировать в том смысле, что уже достигнут предел (адекватный фундаментальному физическому пределу, например, [7]) в возможностях повышения эффективности терапии вообще, т.е. следует признать, что и в медицине существует такой фундаментальный предел, к которому знание и практика излечения приближается *асимптотически*, а асимптота эта во временном обозначении находится где-то на рубеже XX и XXI веков...

Анализируя природу фундаментальных трудностей современной традиционной, аллопатической в своей основе, медицины, можно сделать вывод о доминирующей роли ограниченных возможностей формирования физико-биологической, биохимической, биокибернетической и т. п. моделей организма в восприятии врача, на котором и закольцовывается тот единый контур управления, в структуре которого и реализуется лечебный процесс (рис.1). Обобщенно можно сказать, что основные трудности медицины связаны с отсутствием адекватной модели гомеостаза, тем более ее сколь-либо удовлетворительной математической модели [8]. Описание же гомеостаза в терминах компартментального метода, что эквивалентно методу пространственных состояний современной теории управления (см., например, [9]), удовлетворительно на уровне биохимических и физико-биологических представлений, поскольку адекватно отражает возможности как естественных, так и искусственных механизмов жизнедеятельности организма.

При расширении рамок гомеостаза на уровень целостной психической конструкции организма трудности возрастают в еще большей степени, поскольку концепция гомеостаза должна включать в свой ареал процессы взаимодействия организма с многочисленными факторами внешней среды: от воздействия естественных физических полей до экологических, социальных и прочих факторов. В частности, роль социально-экономического фактора не является (по крайней мере, так считается) предметом точных наук, а устанавливается описательно-статистическими исследованиями. Роль экологических факторов уже в большей степени поддается изучению существующими и вновь разрабатываемыми интегративными [10, 11] и математическими [8] методами и средствами. По причине безудержного роста промышленного производства и сопутствующего этому росту энергопотребления (причем, асимметричного: США при 5 % численности населения Земли потребляет 40 % мировых энергоресурсов, но расплачивается *все население* планеты!) в последние 8–10 лет количественное ухудшение экологических параметров перешло в качественное; мы сейчас присутствуем при начале необратимого экологического кризиса, причем речь идет о *ноосферном*, глобальном кризисе [2].



В контексте настоящей работы отметим информационно-энергетический аспект ноосферной экологии [12]. В связи с интенсивным развитием радиотехнических средств — телевизионных, радиорелейных, радиолокационных — современная окружающая среда насыщена электромагнитными полями (ЭМП) различных частотных диапазонов, воздействие которых на функции организма человека является предметом многопрофильных исследований [13, 14]. Однако, с другой стороны, такие ЭМП, как ЭМИ КВЧ, следует рассматривать как один из факторов внешней среды, влияющий

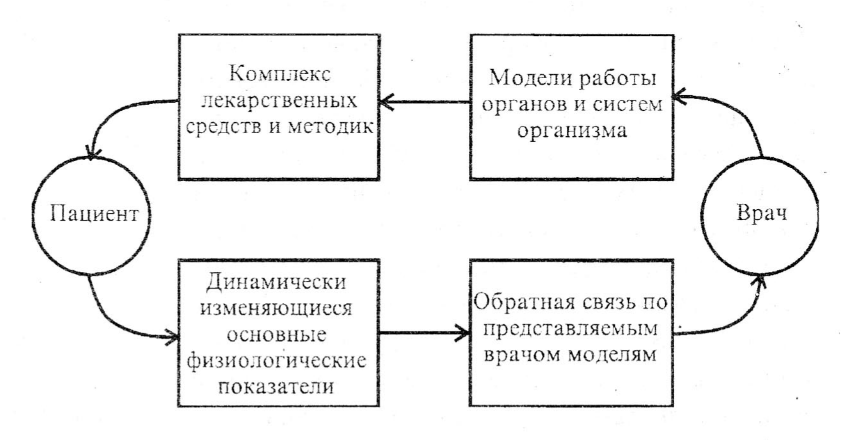
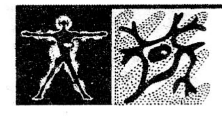


Рис.1. Контур процесса медикаментозного лечения



на нарушенный гомеостаз организма и способствующий его функциональной коррекции с последующей выработкой нового устойчивого состояния в данной среде, т.е. коррекцию гомеостаза ЭМИ КВЧ можно рассматривать, согласно концепции *Т.Дичева*, как механизм адаптации человека к условиям изменяющейся среды обитания.

Использование (в санкционированном варианте) технических ЭМП КВЧ-диапазона в целях коррекции функций организма человека и привело в последнее 10-летие к созданию нового раздела медицины: КВЧ-терапии [13, 14]. Уже является доказанным фактом, что терапевтическая эффективность КВЧ-терапии в наибольшей степени определяется частотой ЭМИ, спектральными характеристиками (модуляцией), уровнем излучаемой мощности, способом ввода ЭМИ в организм человека, направленностью и (или) однородностью ЭМП в облучаемом органе (степенью адаптированности и конформности антенной системы к телу человека), продолжительностью терапевтической процедуры и всего цикла лечения, сочетанностью КВЧ-терапии с медикаментозными процедурами и т.п.

С КВЧ-терапией тесно и методологически связана вторая важнейшая задача: разработка методов контроля реакции организма на лекарственные препараты, различные химические и биохимические реагенты, ЭМИ различных диапазонов длин волн. Это важная задача для радиофизических методов, исследования их приемлемости и эффективности для того или иного метода лечения, оптимального количественно-временного дозирования.

Поэтому в настоящей работе основной акцент сделан на оценке и выборе радиофизических методов и параметров, исходя из биокибернетического подхода [1], для оценки физиологического состояния организма человека, разработки методов и концептуальных подходов в изучении ответных реакций организма на ЭМИ нетепловой (биоинформационной [2]) интенсивности при использовании различных способов введения ЭМИ в биообъект. Кроме того, анализируются экспериментальные данные по изучению этих реакций организма человека, высших и низших животных с различными типами патологии на воздействие ЭМИ в широком диапазоне длин волн.

Исследование излучательных свойств рефлексогенных областей

Традиционными методами медицинского контроля физиологического состояния организма человека являются биохимический анализ крови, электроэнцефалография, рентгенография, рентгеноскопия, электрофотография, ультразвуковая диагностика, компьютерная и ЯМР томография и т.д. В то же время интенсивно разрабатываются новые, более совершенные методы контроля и исследования. Зачастую побудительной причиной поисков новых методов является стремление к более эффективной оценке самых тонких процессов гомеостаза. Например, установленным фактом является корреляция между нарушениями функций организма и патологией отдельных, составляющих его клеток, в частности, клеток крови, коль скоро речь идет об общем заболевании. Поэтому *любое* заболевание организма изменяет протекание метаболических процессов в клетках, инициируя тем самым процессы функциональной перестройки клеток и вариации спектров излучений собственных ЭМП клеток [14, 15]. Сказанное проиллюстрировано на рис.2,*а* и *б*.

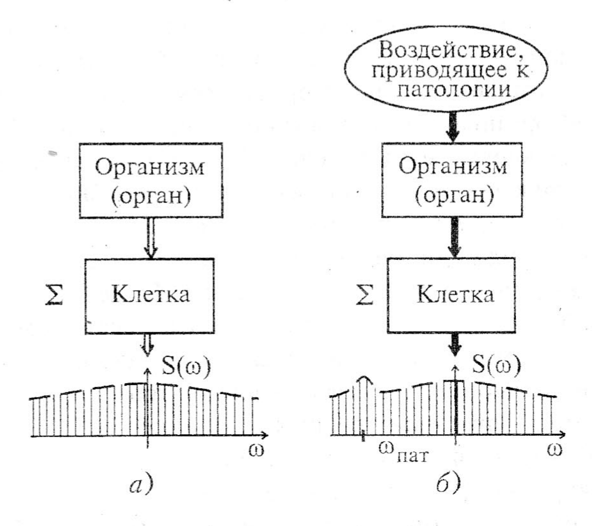


Рис.2. К корреляционной связи между нарушениями функций организма и патологией составляющих его клеток: спектры излучений собственных ЭМП клеток в норме (*а*) и патологии (*б*)

Например, в псевдошумовом спектре, характеризующем суммарное ЭМП собственных излучений клеток, наличие патологии проявляется изменением участка спектра в окрестности некоторой частоты $\omega_{пат}$ (рис.2,*б*).

Поэтому для анализа терапевтического воздействия ЭМИ КВЧ следует исследовать спектры излучения клеток по физическим эффектам их взаимодействия с внешним (терапевтическим) ЭМИ КВЧ, а контроль воздействия осуществляется по основным функциональным параметрам клеточной суспензии. Схема процесса показана на рис.3.

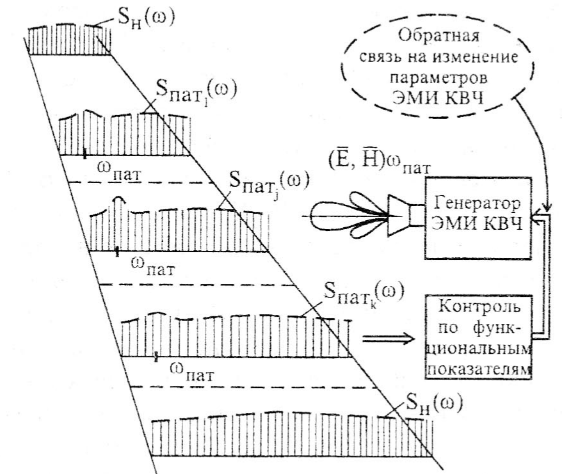
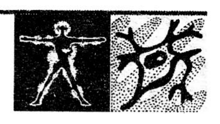


Рис.3. Схема организации биокибернетического контура процесса лечения с использованием ЭМИ КВЧ

В частности, для образцов крови такими функциональными параметрами могут быть вязкость, фибринолитическая активность, механическая резистивность эритроцитов, а также ее диэлектрическая проницаемость в КВЧ-диапазоне (методы определения последней разработаны в [16, 17]).

Однако следует отметить, что в реализации схемы, приведенной на рис 3, присутствуют достаточные технические, методологические и эксплуатационные сложности. В предложенном методе контроля физиологического состояния организма затруднена оценка корреляции между установленным эффектом изменения, например, механической резистивности эритроцитов после воздействия ЭМИ КВЧ, и характером заболевания, поскольку изменения в крови могут являться следствием различных заболеваний (наиболее характерное явление для людей старше 30...35 лет). Одним словом речь идет о том слабом звене биокибернетического подхода, который в [1] именован черным ящиком в цепи обратной связи.

Кроме того, при разработке новых методик следует стремиться сделать их специализированными, например, чисто радиофизическими. Значительные возможности в этом направлении открываются в использовании специфических свойств биологически активных точек (БАТ) на коже человека, рефлексогенных зон и областей (зоны Захарьина-Геда, зоны Подшибякина и др.) [18]. Не подлежит сомнению, что эти точки и зоны являются источниками радиочастотного излучения в инфранизком (f < 1 Гц) и низкочастотном (f < 2 кГц) диапазонах, а также в СВЧ- и КВЧ-диапазонах [18, 19]. Первые из названных излучений обуславливаются общими физиологическими ритмами организма, а высокочастотные – собственными ЭМП клеток организма.

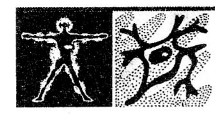


В то же время эти точки, зоны и области в электрофизической трактовке являются *нелинейными* системами, а это означает, что при подаче электромагнитной волны (ЭМВ) на БАТ или рефлексогенную зону происходит процесс взаимодействия ЭМВ с собственным ЭМИ точки, зоны, области. На основании законов радиофизики следствием подобного взаимодействия является модуляция падающей ЭМВ на излучательной частоте БАТ. Выделение этой частоты из спектра модулированной отраженной волны, ее анализ (амплитудно-частотный) позволяют получить информацию о состоянии организма и оценить ответные реакции организма на внешние воздействия, в частности, физических полей.

В случае, если частота зондирующего сигнала в области СВЧ и КВЧ соизмерима с частотой собственного ЭМП, то одна из комбинационных частот (чаще всего разностная) будет находиться в области типичных значений технически используемых частот — единицы и десятки мегагерц. Поэтому измерительная аппаратура может быть разработана на базе известных технических решений, например, блоков приемных трактов радиолокационных станций, которые имеют высокие показатели по чувствительности и селективности.

Использование характеристик нелинейности биологически активных точек

Выше было отмечено, что изначальным свойством БАТ является нелинейный характер электрофизических процессов в их окрестности. Это можно достаточно просто объяснить, исходя из принципа организации живой природы, в основу которого положены динамическая неустойчивость, синергизм, неравновесность и нелинейность [20]. Поэто-



му нелинейный характер имеет в БАТ и зависимость тока при изменении приложенного к ней напряжения. Анализ этой зависимости позволяет выполнять оценку состояния внутренних органов человека: дело в том, что БАТ являются проекциями на оболочке-коже физиологического состояния соответствующих органов и систем организма. Используя радиотехническую аналогию, можно идентифицировать БАТ с контрольными точками (выводами) электронных схем, которые также выведены на внешнее обрамление устройства (панель, кожух, контрольную плату и т. п.). Кроме того, это позволяет реализовать биокибернетическую обратную связь в системе "пациент – аппарат терапии" (или "донор – аппарат – реципиент") и автоматизировать процесс диагностики или терапии благодаря анализу достоверной оперативной информации о характере ответной реакции организма на контрольно-тестовые и терапевтические воздействия [1].

Известен ряд практических методик по экспресс-диагностике состояния организма по состоянию БАТ; большинство из них основано на измерении электропроводимости кожи в окрестности точки (обобщение методик содержится в [18]). Процесс же измерения связан с пропусканием через БАТ измерительного тока величиной 200 нА... ...200 мкА. Практика биокоррекции показывает, что измерительные токи свыше 10 мкА при напряжении более 1 В вызывают в тканях поляризацию, которая (точнее, неучет которой) вносит ощутимую погрешность в результаты измерений, а при длительном воздействии измерительного тока изменяется и собственно функциональное состояние точек. Так, на термотронограммах при воздействии на БАТ здоровых людей постоянным током 0...80 мкА при нарастании измерительного тока наблюдаются релейные скачки электрического сопротивления, причем в сторону увеличения и уменьшения $\pm \Delta R_T$. Последние чередуются с участками слабовыраженной зависимости сопротивления от величины измерительного тока. При уменьшении тока скачки сопротивления в БАТ не наблюдаются и его величина квазипостоянна по всему диапазону изменения тока.

Способность БАТ к повторному скачку сопротивления восстанавливается самопроизвольно по истечении фазы рефрактерности. При малых сопротивлениях кожи динамические вольт-амперные характеристики (ВАХ) имеют выраженную N-образную форму, что характеризует эффект памяти (наличие участка отрицательного сопротивления); на участках отрицательного сопротивления возникают автоколебания. Факт отсутствия когерентности следует из того, что ВАХ, измеренные на каждом из последовательных периодов колебаний, не идентичны. При этом с каждым последующим периодом электропроводность БАТ возрастает, а ВАХ смещается в сторону больших токов, что свидетельствует о наличии памяти биоткани – способность сохранять информацию о прохождении тока. Эта информация сохраняется в течение времени от часа до суток, далее стирается.

Замечено, что на участках кожи между БАТ и неактивными точками на ВАХ, измеренной на первом периоде тестирующего тока, обычно наблюдается область с отчетливо выраженным отрицательным сопротивлением S-типа. Эффект переключения – переход из высокоомного в низкоомное состояние – наблюдается при пороговых значениях напряжения и тока в пределах 1...10 В и 3...10 мкА соответственно, в зависимости от характера участка кожи и индивидуальных особенностей пациента.

При возникновении в организме патогенных процессов характер термотронограмм и динамических ВАХ изменяется. Так, термотронограммы некоторых БАТ у больных отличаются от таковых у здоровых людей отсутствием участков со скачками электропроводности при возрастании измерительного тока, что, скорее всего, связано с потерей больными пороговых механизмов возбуждения и торможения.

При использовании для тестирования токов порядка сотен наноампер описанные выше эффекты не наблюдаются. В то же время и само применение токов таких величин практически затруднено, поскольку требуется специальная и очень трудоемкая обработка кожи с целью уменьшения сопротивления ее поверхностного слоя. Кроме того, при измерении электропроводности кожи в данном случае технически (аппаратурно) трудно избежать искажения информации вследствие потоотделения.

Таким образом, электрические характеристики БАТ *несут информацию* о состоянии организма, однако использование этой информации традиционными методами для оптимизации терапии либо при организации обратной связи в системе "пациент – устройство" затруднено из-за собственной реакции ткани в зоне БАТ на внешние воздействующие физические поля.



Некоторые новые возможности в получении неискаженной информации о состоянии организма и его реакции на тестовые или терапевтические воздействия можно найти в использовании учения о меридианах и коллатералях [18].

Исследование информационных свойств биоэлектрического потенциала поверхности биообъекта

По различным данным, биоэлектрический потенциал поверхности кожи человека достигает φ = = 1800...200 мВ, причем на неактивных точках φ = = 2...70 мВ, в БАТ φ > 120 мВ. Существенно, что при наличии патологии в организме человека электрический потенциал кожи *однозначен и ниже* указанных значений. Отмечается высокая корреляция между величиной биоэлектрического потенциала кожи, особенно в БАТ, и определенными заболеваниями.

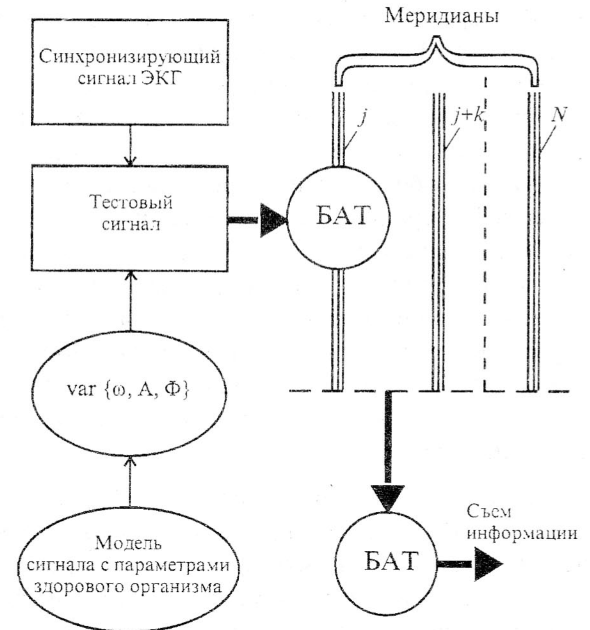


Рис.4. Структурная схема диагностико-терапевтического устройства получения информации о процессах в организме с выводом через БАТ

Используя биокибернетический подход и радиофизические аналогии, можно говорить о возможности получения информации о процессах в организме человека при условии защиты канала передачи информации от помех, создаваемых элементами измерительной цепи или терапевтическими электрическими и/или электромагнитными сигналами. Соответствующие устройства и их связь с БАТ должны отвечать структурной схеме, представленной на рис.4.

Как видно из структурной схемы на рис.4, тестовый сигнал подводится к БАТ некоторого определенного (*j*-го) меридиана, а информация о реакции соответствующего органа или системы снимается с других БАТ данного (*j*-го) или связанных с ним (*j+k*,..., *N*) меридианов. Кроме того, в тестовом сигнале в ручном и (или) автоматическом режиме варьируются частота ω, амплитуда *A* и форма *Φ* сигнала. Предусмотрена возможность синтеза тестовых сигналов (через подбор параметров ω, *A* и *Φ*), адекватных модели сигнала с параметрами здорового организма. В этом смысле наблюдается зримая аналогия с концепцией *волнового генома* (А.Г.Гурвич, А.А.Любищев, Дзян-Каньджень, школа акад.В.П.Казначеева, П.П.Гаряев [21]).

Синхронизация процесса тестирования производится по основным физиологическим ритмам, в частности, наиболее удобно использовать электрокардиограмму. Для исключения паразитной связи измерительной и генераторной части устройства необходимо раздельное питание этих частей, надежнее всего – от аккумуляторных батарей.

Использование описанной схемы исследования позволяет регистрировать *эхо-сигнал* от внутренних органов в БАТ-отведениях при воздействии тестирующим током на другие точки данного меридиана, сопоставлять по совокупности параметров графики тестирующего сигнала, сигнала, вызванного растеканием тестирующего тока по тканям кожного покрова, эхо-сигнала от внутренних органов в различных точках данного меридиана, других сопряженных и несопряженных меридианов и коллатералей. Этим же методом исследуются зависимости характеристик эхо-сигналов от состояния организма, патологии внутренних органов и их первичные реакции на тестирующие воздействия, а также определяется влияние параметров синтезированных тестирующих сигналов на характеристики эхо-сигналов. Важное значение имеет исследование электрокардиосигналов для тестирования других органов и систем через соответствующие БАТ-отведения и синхронизации устройств генерации тестирующих сигналов и устройств приема и регистрации эхо-сигналов.

Наконец, немаловажным является исследование возможности синхронизации донор-реципиент-




ной связи включением в эту связь хронированного кардиоритмом адаптера (данный принцип использован в [22] для организации обратной связи в аппарате КВЧ-терапии).

Отметим, что недостаточно высокая терапевтическая эффективность серийно выпускаемых аппаратов КВЧ-терапии обусловлена именно отсутствием обратной связи между аппаратом и пациентом, что показано в [1], т.е. отсутствуют объективные показатели самого процесса терапевтической процедуры, ее динамики и лечебной направленности, самой приемлемости той или иной физиотерапевтической процедуры для конкретного пациента, так как неверно установленный врачом диагноз или энергетически несбалансированное дозирование не только делает бесполезной саму процедуру лечения, но может нанести вред здоровью больного.

Понятно, что в зависимости от вида терапевтической процедуры будет изменяться и объективизация параметров, но непременно должно выполняться условие контроля физиологического состояния пациента и поддержание тех показателей терапевтического аппарата, которые обеспечивают максимальное лечебное воздействие.

Электромагнитная диагностика и тенденции развития физиотерапевтической аппаратуры

Современное состояние исследований по использованию ЭМИ КВЧ нетепловой (биоинформационной) интенсивности в медицине и биологическом эксперименте характеризуется ростом объемов теоретических исследований и практического использования, широким внедрением в клиническую практику. Это очень существенно, учитывая, что на сегодняшний день еще не удалось сформулировать непротиворечивую общую концепцию механизма воздействия ЭМИ КВЧ на организм человека. Здесь следует отметить, что в настоящее время оформились три концепции российского приоритета (на Западе наблюдается большое отставание в данной тематике, а имеющиеся исследования носят, в основном, прикладной характер). "Исторически" первой является гипотеза московской (фрязинской) школы радиофизиков [23], в основе которой лежит утверждение о когерентном характере взаимодействия внешнего ЭМИ КВЧ с собственными ЭМП клеток. Пущинская школа биофизики клетки (*Н.К. Чемерис* и др.) утверждает о главенствующей роли стохастического резонанса, т.е. речь идет об энергетической доминанте в биоэнергоинформационном воздействии [15]. Хотя уже здесь подчеркивается роль *модулирующих* частот. Концепция тульской школы биофизики полей и излучений и биоинформатики делает основной акцент на роль частот физиологических ритмов организма [24]. Время и эксперимент рассудят и выявят истину.

Можно однако утверждать, что выздоровление обусловлено сочетанным воздействием экзо- и эндогенных факторов; главное, что достоверно установлена роль ЭМИ КВЧ в выздоровлении больных с самой различной патологией. Однако и это должно найти у исследователей самое серьезное понимание — ввиду относительно недавнего по времени начала массового использования процедур КВЧ-терапии остается открытым вопрос о наследственном, генетическом факторе последствия КВЧ-облучения. Другими насущными и перспективными задачами являются поиски новых областей внедрения КВЧ-терапии (в том числе в смысле расширения нозологий); исследование способов повышения терапевтической эффективности использованием новых, "нетрадиционных" частот ЭМИ КВЧ; поиски новых режимов подачи ЭМИ на организм человека, разработка унифицированной гаммы аппаратов КВЧ-терапии, соответствующих биокибернетической схеме (см. рис.4); разработка средств и методов контроля состояния организма с использованием решений и технологий, адекватных тем, которые обеспечивают разработку собственно терапевтических средств, т.е. разработка контрольно-диагностической аппаратуры с использованием СВЧ и КВЧ ЭМИ.

Основные тенденции развития КВЧ физиотерапевтической аппаратуры рассмотрим на примере лечения гастроэнтерологических заболеваний. Эта группа заболеваний является неизбежным спутником психологических перегрузок, характеризуется длительностью протекания, серьезными осложнениями, поражает, как правило, наиболее активную и работоспособную часть населения. Частота таких заболеваний составляет в различных странах от 1,5 до 15 %.

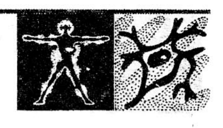
Ряд исследований отмечают не только большую распространенность раннего заболевания, но и тенденцию к росту; последнее связано с недостаточно эффективной профилактикой и лекарственной терапией заболеваний. Серьезным шагом в новом подходе к лечению гастроэнтерологических заболеваний явилось внедрение в данную область

КВЧ-терапии с использованием серийных аппаратов типа "Явь-1" и "Электроника КВЧ". Однако эффективность данных аппаратов недостаточно высока, а отсутствие контроля состояния пациента (обратной связи) нередко приводит к отрицательным результатам, в частности, понижается ферментативная активность нейтрофилов (дегрануляция КФ, снижение активности СДГ, ГЛДТ, повышение содержания ЦИК) и т.д.

При использовании неспециализированных КВЧ-аппаратов, например, измерительного промышленного генератора типа ГЧ-142, результаты еще хуже: примерно у 15 % пациентов улучшения не наблюдается даже после двухкратного прохождения курса (10 процедур по 20—30 мин за один курс). То же характерно для случая терапии с использованием аппарата "Явь-1". В принципе можно, хотя и с осторожностью, согласиться с многочисленными утверждениями, что лечение этими аппаратами близко по своей эффективности к результатам процедур плацебо.

Наихудшая ситуация возникает в случае, когда весь упор делается только на КВЧ-терапию, без сочетания последней с медикаментозным лечением, особенно при запущенных язвенных болезнях.

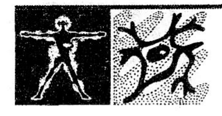
Общая низкая эффективность аппаратов типа "Явь-1" объясняется недостаточной проработкой его на стадии проектирования, в частности, не было учтено фундаментальное обстоятельство, связанное со спектральными характеристиками ЭМИ, взаимодействующего с биообъектом. Если придерживаться гипотезы *Н.Д. Девяткова* и коллег [23] (к аналогичным результатам склоняются исследовательские коллективы, возглавляемые *В.П. Казначеевым, Л.Д. Бергельсоном* и др.), то биоинформационный обмен в биосистемах осуществляется с помощью *строго* когерентных волн. Воздействие же сигналами с высоким, неконтролируемым уровнем амплитудно- или частотно-модулируемых шумов и с неопределенной величиной гармоник основной частоты может или дать нулевой эффект, или же инициировать искажающее влияние на организм. Другими словами, может изменяться как выраженность, так и направленность эффекта. Отсюда следует вывод: использование столь тонких терапевтических процедур, основанных на (слабоизученных) механизмах взаимодействия физических полей с живым веществом, во-первых, не терпит дилетантства, во-вторых, требует реализации государственной — в рамках Минздрава РФ — программы разработки, внедрения и эксплуатации терапевтической аппаратуры, отвечающей следующим основным требованиям: а) выдержка когерентности излучения, которое модулируется частотами основных биоритмов человеческого организма; б) наличие биокибернетической обратной связи между аппаратом и пациентом, обеспечивающей объективизацию процесса терапии, энергетическое и временное дозирование. В частности, эффективным способом объективного подбора терапевтической частоты для каждого конкретного пациента является введение обратной связи по частоте и амплитуде кардиоритма [22]. Еще более эффективно включение в состав аппарата электронно-оптического плетизмографа. Тем не менее — это промежуточные решения, требующие дальнейшего совершенствования в части объективизации терапевтических процедур и диагностики преимущественно *бесконтактными* по отношению к пациенту методами.



Диагностирование по отраженным сигналам, модулированным биоритмами

В основе высокочастотного диагностирования лежит наличие собственного ЭМП клеток организма, интенсивность которого, а также другие параметры изменяются при переходах от нормы к патологии и обратно. Вместе с тем уровень мощности клеточного сигнала составляет порядка 10^{-12} Вт/м^2 [2], что не позволяет говорить о реальной для современной аппаратуры радиофизических измерений прямой регистрации этого излучения. Поэтому выход может быть найден в разработке методов и аппаратуры косвенной регистрации, при которой внешний, строго монохроматический сигнал накладывается на собственное излучение (клеток) организма, а отраженный сигнал, несущий информацию об этом излучении, фиксируется обычной для практики радиофизического эксперимента аппаратурой.

При создании методик и аппаратуры такого диагностирования возможны два базовых варианта: а) частота внешнего зондирующего сигнала равна одной из характерных (терапевтических) частот, т.е. в данном случае совмещаются терапевтическое воздействие и оценка этого воздействия; б) частота зондирующего сигнала лежит вне полосы характерных частот, поэтому диагностическое устройство фиксирует отклик организма в стационарном состоянии либо при определении эффективности иных (сопутствующих) физиотерапевти-



ческих процедур, либо при оценке действия фармакологических средств.

По способу регистрации отраженных от биообъекта сигналов также возможны два варианта: а) биообъект облучается строго монохроматическим сигналом, а после взаимодействия с собственными ЭМП сигнал обрабатывается в преобразователе частоты, и информация снимается в виде сигнала низкой частоты на нагрузке преобразователя; б) информационный сигнал извлекается на зондирующей терапевтической частоте, а его амплитудно-частотная характеристика отражает состояние организма, эффективность и направленность терапевтической процедуры.

Соответствующее аппаратурное обеспечение должно основываться на новой элементно-узловой и схемно-конструкторской базе, учитывая тенденции развития соответствующих радиотехнических, электронных и радиофизических средств. В последнее время интенсивно развивается техника полупроводниковых самогенерирующих преобразователей (автодинов); использование последних целесообразно в ряде областей, включая медицинское аппаратостроение. В автодинах в интересующем нас аспекте имеются три существенных эффекта: а) усиление отраженного от биообъекта сигнала на отрицательном высокочастотном сопротивлении активного элемента: лавинно-пролетного диода (ЛПД), диода с междолинным переносом (МЭП-диод), инжекционно-пролетного диода; б) смешание падающего на биообъект и отраженного от него сигналов с выделением промежуточной (разностной) частоты (ПЧ); в) усиление сигнала ПЧ, т.е. частоты биоритма, на внешней отрицательной проводимости диода.

Эффективное усиление отраженного от биообъекта сигнала достигается на частотах, несколько отличающихся от зондирующей, поскольку максимум отрицательной дифференциальной проводимости сосредоточен на частоте генерации, ее ближайшей окрестности и на гармониках. Это означает, что наиболее эффективно (с данной позиции) будут регистрироваться биоритмы низких частот. Однако данное условие противоречит принципу достижения максимальной чувствительности, а именно минимальный уровень шумов из-за захвата электронов ловушками, вызванного дефектами кристаллической решетки полупроводника, а также из-за флуктуаций скорости доменов сильного электрического поля в диоде и температурных эффектов, находится в диапазоне относительно низких частот: 10 кГц...10 МГц. Поэтому прием слабых переотраженных сигналов становится затруднительным или вообще невозможным; это при том, что наиболее эффективными терапевтическими уровнями являются мощности порядка $10^{-14}\ldots10^{-10}$ Вт, на которых проводится зондирование для целей диагностики. Эту трудность можно обойти, если в качестве нагрузки по ПЧ использовать систему двух связанных контуров со связью выше критической и с частотно-зависимым коэффициентом связи. Возможны и другие схемотехнические решения.

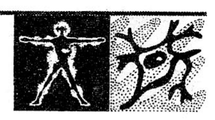
Заключение

Рассмотренное выше современное состояние вопроса выбора радиофизических параметров ЭМИ КВЧ для целей терапии и оценки (контроля) физиологического состояния организма человека, а также пути их оптимизации показывают всю сложность и неоднозначность постановки и решения этой актуальной задачи. Оценивая биофизические механизмы воздействия на организм внешних высокочастотных полей, методические подходы к процессам терапии, аппаратурную реализацию, прежде всего нужно иметь в виду обязательное наличие обратных связей в биокибернетической замкнутой системе "аппарат—пациент". Роль высокочастотной терапии в современной медицине исключительно важна и велика. Более того, ее можно толковать расширительно: не только собственно излечение, но и коррекция, контроль состояния организма.

Естественными каналами для введения ЭМИ КВЧ в организм являются рефлексогенные зоны, поэтому исследование их излучательных (приемных) свойств — важнейший этап в комплексном решении задачи КВЧ-терапии, коррекции и контроля. В этом смысле БАТ можно рассматривать как аналог контрольных точек радиосхем и использовать их нелинейные свойства для биокоррекции облучением ЭМИ КВЧ. Важнейшую роль здесь играет и использование информационных свойств биоэлектрического потенциала поверхности биообъекта (кожи).

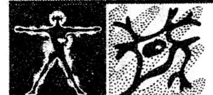
Реализация всего комплекса рассмотренных в работе мер позволит придать КВЧ-терапии, коррекции и контролю строгую научную основу, добротную методологическую базу и адекватное им аппаратурное обеспечение.

Авторы выражают благодарность Н.Е. Житнику, В.В. Крысю и С.И. Соколовскому за помощь в работе и обсуждении представленных материалов.



Литература

1. *Афромеев В.И.* Соотношение биологического, физического и математического в реализации лечебно-диагностического воздействия высокочастотных полей. — Вестник новых мед. технологий, 1997, т.IV, №1–2, с.16–23.
2. Взаимодействие физических полей с живым веществом / *Е.И.Нефедов, А.А.Протопопов, А.Н.Семенцов, А.А.Яшин* / Под ред. *А.А.Хадарцева.* — Тула: Изд-во Тульск. гос. ун-та, 1995.
3. Электромагнитные поля в медицине и биологии. — Тез. докл. Всеросс. науч. конф. (28–30/VI 1995, Рязань). — Рязань: Изд-во Рязанск. гос. радиотехн. акад., 1995.
4. *Гвоздев В.И., Нефедов Е.И.* Объемные интегральные схемы СВЧ. — М.: Наука, 1985.
5. *Мультановский М.П.* История медицины. — М.: Гос. изд-во медицинск. лит., 1961.
6. *Агаджанян Н.А.* Интегративная медицина. — Вестник новых мед. технологий, 1997, т.IV, №1–2, с.45–49.
7. Фундаментальные пределы в радиоэлектронике и смежных областях. — Тр. ин-та инженеров по электротехн. и радиоэлектрон. (Темат. вып.): Пер. с англ., 1981, т.69, №2, с.3–166.
8. Математические методы современной биомедицины и экологии / *В.И.Афромеев, А.А.Протопопов, В.П.Фильчакова, А.А.Яшин* / Под общ. ред. *Е.И.Нефедова, А.А.Хадарцева и А.А.Яшина.* — Тула: Изд-во Тульск. гос. ун-та, 1997.
9. Моделирование полупроводниковых приборов и технологических процессов. Последние достижения: Пер. с англ. / Под ред. *Д.Миллера.* — М.: Радио и связь, 1989.
10. *Агаджанян Н.А., Торшин В.И.* Экология человека.Избранные лекции. — М.: КРУК, 1994.
11. *Гумилев Л.Н.* Этногенез и биосфера Земли / Сочинения. Вып. 3. — М.: ДИ-ДИК, 1994.
12. *Нефедов Е.И., Яшин А.А.* Информационная безопасность человека как категория ноосферной экологии. — Вестник новых мед. технологий, 1995, т.II, № 3–4, с.37–46.
13. Миллиметровые волны в биологии и медицине (библиография). — М.: Изд-во ЗАО "МТА-КВЧ", 1996.
14. Миллиметровые волны в медицине: Сб. статей, тт.1,2 / Под ред. *Н.Д.Девяткова* и *О.В.Бецкого.* — М.: Изд-во Ин-та радиотехн. и электрон. АН СССР, 1991.
15. *Гапеев А.Б.* Особенности действия модулированного электромагнитного излучения крайне высоких частот на клетки животных: Дисс. ... канд. физ.-мат. наук. — Пущино: Ин-т биофизики клетки РАН, 1996.
16. *Яшин А.А.* Экспресс-анализ и текущий контроль на сверхвысоких частотах диэлектрической проницаемости жидкой биоткани в медико-биологических исследованиях и клинике. — Вестник новых мед. технологий, 1994, т.1, №2, с.103–106.
17. *Афромеев В.И.* Измерение электрофизических параметров биоткани волноводно-резонансным методом при оптимизации характеристик излучения медицинской СВЧ и КВЧ аппаратуры. — Вестник новых мед. технологий, 1997, т.IV, №1–2, с.106–108.
18. *Кривоконь В.И., Титов В.Б.* Биокоррекция. Приборы и системы. — Ставрополь: АО "Пресса", 1994.
19. Отчет по НИР "Уточнение биофизических моделей нулевого приближения для главных каналов акупунктуры. Этап II: Разработка алгоритмов анализа реакции на низкоуровневое воздействие". — Тула: НИИ НМТ, 1996
20. *Николис Г., Пригожин И.* Познание сложного. Введение: Пер. с англ. — М.: Мир, 1990.
21. *Гаряев П.П.* Волновой геном. — М.: Общественная польза, 1994.
22. *Миронов А.В., Никитин В.В., Федорищев И.А., Яшин А.А.* КВЧ-аппарат для лечения гастроэнтерологических заболеваний. — Вестник новых мед. технологий, 1995, т.II, №3–4, с.146–149.
23. *Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.* Гипотеза о взаимосвязанности воздействия когерентных волн малой мощности КВЧ, ИК, оптического и УФ диапазонов на функционирование клеток. — В сб. статей "Миллиметровые волны в медицине", тт.1,2 / Под ред. *Н.Д.Девяткова* и *О.В.Бецкого.* — М.: Изд-во Ин-та радиотехн. и электрон. АН СССР, 1991, с.349–362.
24. *Афромеев В.И., Субботина Т.И., Яшин А.А.* Корреляционный подход и роль физиологических ритмов в объяснении эффектов взаимодействия электромагнитных полей с живым веществом. Вестник новых мед. технологий, 1997, т.IV, №3, с.31–35.



Биоэлектрические эквиваленты кортикальных механизмов саногенеза организма человека в условиях нормы, патологии и под влиянием нетеплового воздействия электромагнитного излучения КВЧ-диапазона

А.А.Ковалёв

Областная больница им. Н.Н.Бурденко, г.Пенза

К настоящему времени известно большое количество работ, в которых утверждается наличие нетепловых эффектов микроволнового облучения [1, 2]. Тем не менее количественная сторона обсуждаемой проблемы остается мало изученной, чем объясняется отсутствие научно обоснованных представлений о закономерностях проявления подобных эффектов и механизмах, лежащих в их основе. Проводившиеся в этом направлении исследования ограничивались преимущественно рассмотрением моделей клеточного уровня. Так был выявлен пороговый и частотозависимый характер реагирования микроорганизмов на воздействие низкоэнергетических (5 мкВт...10 мВт) электромагнитных излучений (ЭМИ) крайне высоких частот (КВЧ) $\lambda = 1...10$ мм, что позволило рассматривать последние в качестве информационного фактора [2, 3]. Вместе с тем применение гистохимического анализа при исследовании эффектов влияния кратковременного КВЧ-облучения высших животных убедительно продемонстрировало наличие и специфическую направленность ультраструктурных перестроек их тканей [4]. Учитывая незначительную (до 300 мкм) проникающую способность ММ-волн [5], несомненно заслуживает внимания тот факт, что наиболее четкие морфологические изменения отмечались в чувствительных нервных волокнах кожи и межнейронных связях неокортекса. Подтверждение вовлечения центральной нервной системы (ЦНС) в реализацию биологического действия КВЧ было получено при исследовании пространственно-временных взаимоотношений биопотенциалов коры больших полушарий головного мозга человека [6]. Последующие изыскания в этом направлении позволили установить специфику системных перестроек нейрональной активности под влиянием излучений с $\lambda = 7{,}1$ мм и плотностью потока энергии (ППЭ) в 10 мкВт/см^2 у больных нейроциркуляторной дистонией [7]. В зависимости от наличия или отсутствия патологических ощущений превалировала пространственная синхронизация корковых биопотенциалов (ПСКБ) в высокочастотном (19 Гц) поддиапазоне электроэнцефалограмм (ЭЭГ) или на частотах 9...12 Гц, причем при последнем типе реакции коры просматривалась четкая реципрокность устанавливавшихся биоэлектрических взаимоотношений — активация поддиапазона 11 Гц и торможение поддиапазонов 9,7 и 12,4 Гц *альфа*-ритма. Стойкий характер отмечавшихся изменений позволил рассматривать их в качестве специфических паттернов.

По настоящее время остается непонятной природа возникновения под влиянием КВЧ биологических эффектов в организме человека. Насколько верно представление об информационной роли ММ-волн в сложных биологических системах? Ведь понятие нетепловой интенсивности еще не дает основания относить их к неэнергетическим раздражителям, так как смысловым содержанием этого термина является отсутствие линейной или логарифмической зависимости от мощности индуцирующего фактора. Не ясна и причина различных типов реагирования ЦНС на действие КВЧ в зависимости от выраженности субъективного эквивалента соматовисцерального состояния индивидов. В свете сказанного в настоящей работе и была предпринята попытка освещения проблемы зависимости биологических эффектов низкоинтенсивных ММ-волн от их ППЭ и функционального состояния коры головного мозга.

Методика

Проводился анализ исходных особенностей ПСКБ и динамики ее системных перестроек при воздействии низкоинтенсивных ЭМИ ММ-диапазона — у 63 человек, и при имитации такого воздействия (плацебо) — у 24 человек. Предварительно осуществлялась последовательная регистрация ЭЭГ: до начала воздействия, на его 1-, 5-, 10- и 15-й минутах. Обследовались больные соматовисце-

рального профиля в возрасте от 18 до 50 лет, преимущественно мужчины. В качестве воздействующего фактора применялась КВЧ с частотой 42,19 ГГц (λ = 7,1 мм) с разными ППЭ: 15 мкВт/см^2 — в группе из 10 человек; 300 мкВт/см^2 — в группе из 13 человек; 700 мкВт/см^2 — в группе из 10 человек; 10 мВт/см^2 — в группе из 30 человек. Для более детальной систематизации эффектов радиоволнового облучения в последней группе были выделены три самостоятельные подгруппы лиц: 1-я — с обострением хронической висцеральной патологии при наличии жалоб (болевого синдрома); 2-я — с обострением патологии аналогичного профиля при отсутствии жалоб, исчезнувших накануне в результате проводимой терапии; 3-я — закончившие курс лечения, клинически выздоровевшие больные с хронической висцеральной патологией.

Облучение КВЧ мощностью 300 и 700 мкВт выполнялось бесконтактно, посредством расположения открытого конца гибкого волновода (длина 70 см), соединенного с фланцем генератора Г4- 141, на расстоянии 1 см от поверхности тела. Для получения указанных интесивностей ЭМИ в воздушном пространстве задаваемая на выходе волновода мощность была более высокой и составляла: 700 мкВт для 300 мкВт/см^2 и 950 мкВт для 700 мкВт/см^2. Контроль параметров излучения осуществлялся при помощи измерителя мощности М3-22А с выносной головкой М5-49. В остальных группах КВЧ-воздействие проводилось традиционным способом: при плотном контакте открытого конца волновода генератора Г4-141 (15 мкВт) или рупора антенны генератора "Явь-1" (10 мВт). Независимо от способа, КВЧ-облучению подвергался участок кожи области нижней 1/3 грудины.



Электрическая активность коры головного мозга отводилась от 24 скальповых отведений с использованием телеметрической топоскопической системы СИБ-1 монополярно (референтные электроды располагались на мочках ушей). Через аналого-цифровой преобразователь ЭЭГ данные вводились в ЭВМ PC/AT с частотой дискретизации сигнала 128 Гц. Для каждой ситуации (фон, воздействие на 1-, 5-, 10- и 15-й минутах) регистрировали 40-секундные последовательности ЭЭГ — по десять 4-секундных эпох. Обработку данных проводили по комплексу программ "СИНХРО-ЭЭГ". Учитывали показатели спектрально-когерентных характеристик биопотенциалов в 22 частотных поддиапазонах ЭЭГ, рассматривая заключенные в них процессы в качестве когерентных структур, в соответствии с одноименной концепцией (табл.1).

Достоинством данного метода, в сравнении с традиционным квантованием ЭЭГ на δ-, θ-, α-, β_1- и β_2-диапазоны, является меньшая вероятность возникновения ошибки в оценке ЭЭГ-сдвигов, связанных с неизбежным объединением разнородных и разъединением однородных по своему функциональному значению электрических процессов неокортекса [8].

Функциональное состояние головного мозга оценивали следующим образом. Определявшиеся для каждого пациента значения средних уровней КОГ в каждом из 22 поддиапазонов ЭЭГ выражались в процентах от их суммы, после чего для каждого поддиапазона подсчитывались средние арифметические для рассматриваемой группы показатели с доверительными интервалами (P = 95 %), соответственно ситуациям — до начала воздействия (фоновые ЭЭГ) и 15-й минуты воздействия. Проводилась проверка статистической однородности структуры соотношения средних уровней КОГ в ЭЭГ индивидов внутри каждой группы. Для этого по

Табл.1. ***Верхние граничные значения частотных поддиапазонов ЭЭГ (когерентных структур)***

Номер поддиапазона	Граничное значение, Гц	Номер поддиапазона	Граничное значение, Гц	Номер поддиапазона	Граничное значение, Гц
1	1,70 ± 0,06	9	12,37 ± 0,20	17	22,45 ± 0,15
2	3,00 ± 0,12	10	13,50 ± 0,19	18	23,80 ± 0,25
3	4,37 ± 0,07	11	14,67 ± 0,28	19	25,12 ± 0,19
4	5,77 ± 0,07	12	16,10 ± 0,24	20	26,57 ± 0,20
5	7,12 ± 0,15	13	17,27 ± 0,24	21	27,90 ± 0,35
6	8,37 ± 0,15	14	18,62 ± 0,24	22	29,35 ± 0,66
7	9,70 ± 0,15	15	19,90 ± 0,18		
8	11,05 ± 0,15	16	21,12 ± 0,15		




22 поддиапазонам ЭЭГ каждого пациента относительно средней оценивали дисперсию отклонений как меру вариации, ввиду возможного проявления эффектов каких-то случайных, неучитываемых факторов. По отношению максимальной дисперсии к ее среднему значению рассчитывали критерий Кокрена и после сравнения его с табличным значением и вычисления коэффициента вариации определяли статистическую однородность группы. Для проверки статистической однородности различных групп, состоявших из больных, не достигших стадии клинического выздоровления, аналогичные расчеты производились для единого массива, полученного в результате объединения рассматриваемых групп в одну общую.

При оценке динамики ПСКБ по всем частотным поддиапазонам ЭЭГ проводили топографическое картирование их спектров и когерентностей, позволяющее выявить области максимальных сдвигов при воздействиях по сравнению с фоном. Для этого использовали показатель числа корковых пунктов, в которых происходило достоверное повышение или понижение КОГ, выраженный в процентах от общего числа пунктов отведения — 24. С целью определения достоверности изменений использовали непараметрический U-критерий Манна–Уитни; учитывались номера отведений ЭЭГ с коэффициентом 1,66 на шкале вероятности сдвигов ($P < 0,1$). Для каждого частотного поддиапазона ЭЭГ определенной группы лиц вычислялись средняя арифметическая величина и доверительные интервалы положительных и (отдельно) отрицательных сдвигов КОГ, имевших место у каждого индивида данной группы на одной и той же минуте воздействия: 1-, 5-, 10- и 15-й. При графическом отображении данных при всех видах анализа использовались только статистически значимые (с точки зрения соотношения средних арифметических и их доверительных интервалов) величины.

С целью плацебо больным хронической висцеральной патологией, не имевшим патологических ощущений (жалоб), регистрировали исходную ЭЭГ, после чего повторяли ее регистрацию через 1, 5, 10 и 15 мин. При этом в одной группе (14 человек) имитировали ситуацию КВЧ-воздействия бесконтактным способом, применяя генератор Г4-141 с волноводным трактом. В другой группе (10 человек) имитировалось КВЧ-воздействие контактным способом посредством генератора "Явь-1". С целью незаметного для пациента перевода работы генератора "Явь-1" с холостого на режим излучения в конструкцию генератора был добавлен выносной пульт управления, соединенный с прибором 3-метровым проводом и располагавшийся в соседней с регистрационной камерой комнате.

Результаты исследования

При изучении особенностей системной организации корковых потенциалов фоновых (до воздействия) ЭЭГ больных, составлявших группы лиц с обострением хронической висцеральной патологии, было отмечено характерное распределение процентного соотношения средних уровней КОГ по 22 частотным поддиапазонам ЭЭГ. В большинстве из рассмотренных случаев имело место явное доминирование пространственной синхронизации нейрональных ансамблей в 7-м (9,7 Гц) поддиапазоне *альфа*-ритма, причем, как при отсутствии жалоб (рис.1,*а*), так и при их наличии (рис.1,*б*). Рассчитанные критерий Кокрена и коэффициент вариации составили в этих группах соответственно 0,16 и 0,17 (т.е. явно ниже критического, для рассматриваемых выборок значения 0,22); 25 и 26 %, что позволило рассматривать характеризуемые ими данные в качестве статистически однородных.

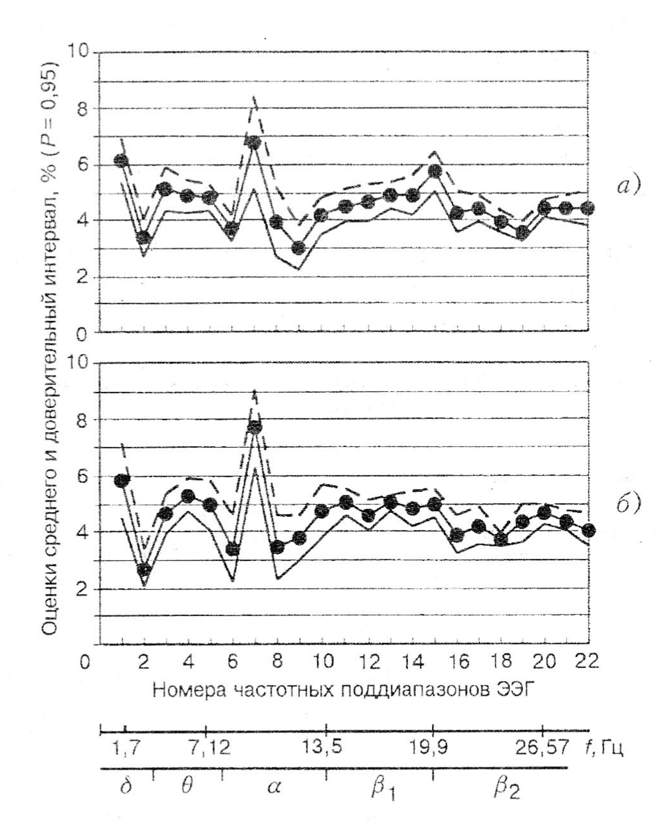


Рис.1. Процентное соотношение КОГ по 22 частотным поддиапазонам ЭЭГ — ситуация до КВЧ-воздействия (7,1 мм; 10 мВт) в группе из 10 человек с обострением болезни, без жалоб (*а*) и с болевым синдромом (*б*)

В то же время, в группе больных висцерального профиля, находившихся в стадии клинического выздоровления, в структурном ряду средних уровней КОГ фоновых ЭЭГ превалировал 8-й (11 Гц) поддиапазон *альфа*-ритма (рис.2).

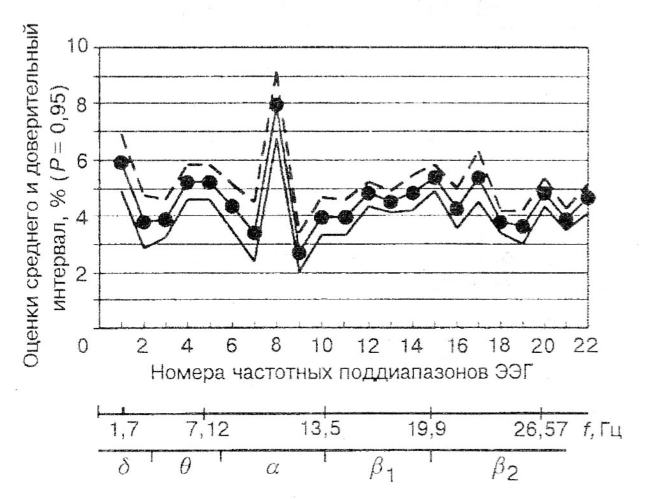
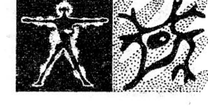


Рис.2. Ситуация до КВЧ-воздействия (7,1 мм; 10 мВт) в группе из 10 человек с признаками клинического выздоровления



ных висцерального профиля (77 человек), за исключением группы клинически выздоровевших, составил 0,0294 (критическое значение критерия для данной выборки 0,0374) при коэффициенте

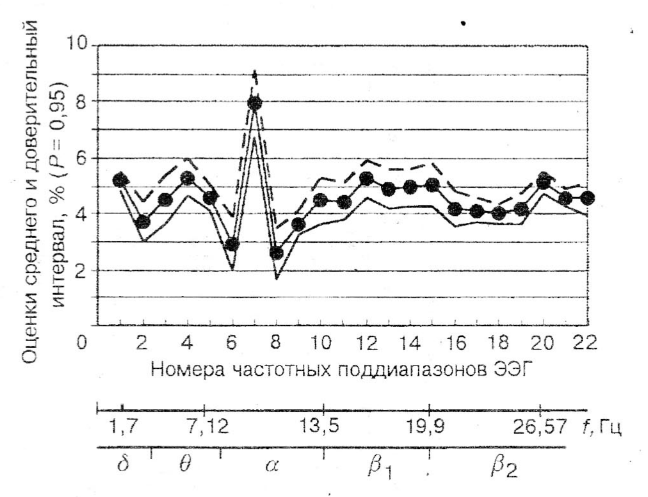
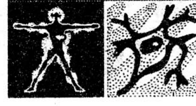


Рис. 3. Ситуация с контактным вариантом плацебо в группе из 10 человек с обострением болезни: фоновые ЭЭГ

Определение статистической однородности, по рассматриваемому признаку, группы практически здоровых лиц (критерий Кокрена составил 0,16 — при критическом значении 0,22; коэффициент вариации 24 %), с одной стороны, и межгрупповой однородности данных, представленных на двух первых графиках (критерий Кокрена для объединенного из этих групп массива составил 0,087 — при критическом значении 0,117, а коэффициент вариации 26 %) — с другой, позволило нам рассматривать доминирующее в системной организации корковых потенциалов положение 7-го или 8-го поддиапазонов ЭЭГ в качестве признаков, характерных для состояний, соответственно, срыва и восстановления адекватной регуляции гомеостаза. На основании этого допущения, а также с целью придания характера статистической однородности остальным, сформированным из больных висцерального профиля группам (в ситуациях: плацебо — контактным (рис.3) и бесконтактным способом; при КВЧ-воздействии 15, 300 и 700 мкВт), в последние, для статистического анализа, были включены лица, у которых в структурном ряду средних уровней КОГ фоновых ЭЭГ превалировал 7-й (9,7 Гц) поддиапазон. Критерий Кокрена, определявшийся для совокупности всех групп боль-

вариации 22 %, что подтвердило статистическую однородность распределения средних уровней КОГ как всего рассматриваемого массива, так и составивших его групп, в том числе, между собой. Это позволило считать корректным проведение сравнительной оценки характерных для этих групп усредненных данных, отражающих интегральное состояние пространственно-временной организации корковых потенциалов на одинаковых временных интервалах, как в ситуациях КВЧ-воздействия, так и плацебо.

Динамика достоверных изменений когерентных отношений на протяжении 15-минутного наблюдения была следующей. В ситуации контактного варианта плацебо лишь с 5-й минуты после регистрации фоновой ЭЭГ проявилось небольшое преобладание сдвигов КОГ в ее отдельных поддиапазонах: умеренное усиление связей в 6-м (8,4 Гц) и 15-м (19,9 Гц), в сочетании с умеренным торможением 7-го (9,7 Гц) поддиапазона , доминировавшего в фоне (рис.4,*а*). Сохраняясь менее выраженной на 10-й минуте (рис.4,*б*), подобного рода тенденция в перестройке когерентных взаимоотношений на 15-й минуте несколько усиливалась, дополняясь умеренной активацией 8-го (11 Гц) поддиапазона, хотя и менее заметной, в сравнении с



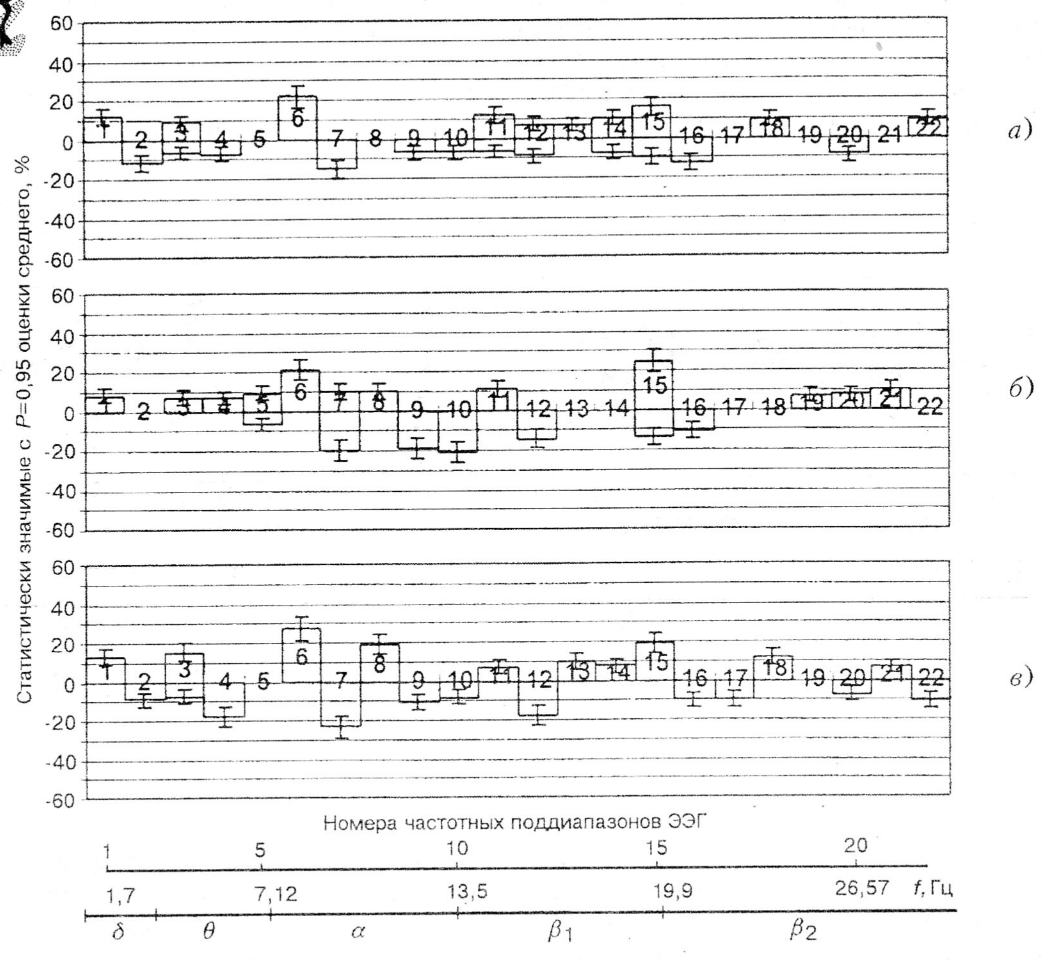


Рис.4. Изменение когерентных отношений корковых потенциалов через 5 мин (*а*), 10 мин (*б*) и 15 мин (*в*) после регистрации фоновых ЭЭГ в ситуации плацебо (контактный вариант) в группе из 10 человек с хронической висцеральной патологией, без жалоб

реакцией более медленного 6-го (8,4 Гц) поддиапазона α-ритма (рис.4,*в*). На этих рисунках представлены сумарные данные ($M \pm m$) для группы. По ординате – число корковых пунктов с достоверным ($P < 0,1$) увеличением (+) и снижением (-) когерентности потенциалов.

В ситуации с бесконтактным вариантом плацебо отмечался полиритмичный характер весьма умеренных по интенсивности изменений КОГ: ни один из частотных поддиапазонов не выделялся среди остальных постоянством сдвигов.

При воздействии КВЧ во всех группах лиц с хронической висцеральной патологией в стадии обострения на протяжении всего 15-минутного исследования прослеживалась принципиально сходная динамика системных перестроек корковых потенциалов, выражавшаяся в преимущественном возрастании КОГ в 8-м (11 Гц) поддиапазоне и снижении КОГ в 7-м (9,7 Гц) поддиапазоне, отличаясь от плацебо, в том числе, и значительно большей интенсивностью развивавшихся сдвигов. При этом степень выраженности данного паттерна при бесконтактном способе ММ-облучения постепенно нарастала на протяжении исследования, причем в большей степени – при ППЭ= = 700 мкВт/см^2, чем при ППЭ = 300 мкВт/см^2. При контактном способе воздействия с ППЭ = =15 мкВт/см^2 аналогичный паттерн на 1- и 5-й минутах был выражен в той же степени, что и на последних минутах бесконтактного применения мощностей 300 и 700 мкВт, ослабевая к 10- и 15-й минутам, но оставаясь ведущим в общей картине имевших место перестроек спектрально-когерентных взаимоотношений. Определенное сходство в

динамике когерентных перестроек и их количественных параметров отмечено при использовании облучения мощностью 300 и 700 мкВт (бесконтактный способ) у больных, не имевших жалоб, с одной стороны, и при действии КВЧ с ППЭ = =10 мВт/см^2 (контактный способ) у больных с болевым синдромом — с другой. В то же время в последней ситуации на 10- и 15-й минутах воздействия наряду с 8-м (11 Гц) в несколько большей степени активировался и 6-й (8,4 Гц) поддиапазон.



Причем интенсивность реакции 6-го поддиапазона во время радиоволнового облучения больных с болевым синдромом не отличалась от таковой в ситуации с плацебо (рис.4), в то время как реакция 7-го и особенно 8-го поддиапазонов была более выражена при воздействии ЭМИ и не с 15-й минуты, как при плацебо, а начиная с 5-й минуты и до окончания исследования.

Рис.5. Изменение когерентных отношений корковых потенциалов на 1-й (*а*), 5-й (*б*), 10-й (в) и 15-й (*г*) минутах КВЧ-воздействия (контактно) в группе из 10 человек с обострением хронической висцеральной патологии, без жалоб



Наибольшей степени выраженности изменения спектрально-когерентных взаимоотношений корковых биопотенциалов наблюдались во время КВЧ-облучения с ППЭ = 10 мВт/см^2 у больных с хронической висцеральной патологией в стадии обострения, не имевших жалоб (рис.5,*а—г*).

Отчетливо выделялась избирательная реакция КОГ двух частотных поддиапазонов ЭЭГ — 7-го (9,7 Гц) (снижение) и 8-го (11 Гц) (усиление), убедительно проявлявшаяся уже на 1- и 5-й минутах воздействия, заметно усилившаяся к его 10-й и особенно к 15-й минутам, превышая по интенсивности ситуацию с плацебо в 2,5—3 раза.

В группе лиц с хронической висцеральной патологией, находившихся в стадии клинического выздоровления, КВЧ-воздействие, мощностью 10 мВт/см^2, начиная с 5-й минуты сопровождалось преимущественным снижением КОГ в доминировавшем в фоне 8-м (11 Гц) поддиапазоне и, сочетаясь с усилением КОГ в соседних поддиапазонах α-ритма (7- и 9-м) нарастало в последующем, достигая максимума на 15-й минуте. Интенсивность ведущих сдвигов была умеренной, хотя и превышала таковую в ситуации с плацебо. Кроме отмеченных особенностей, обращало внимание отчетливое усиление КОГ в 17-м (22 Гц) поддиапазоне ЭЭГ на 10- и 15-й минутах КВЧ-облучения практически здоровых людей, не являвшееся характерным для всех остальных групп, состоявших из лиц, у которых имели место проявления той или иной степени обострения хронической висцеральной патологии.

К окончанию проводимого исследования (на 15-й минуте плацебо или КВЧ-воздействия) групповое процентное распределение средних уровней КОГ по 22 частотным поддиапазонам ЭЭГ выглядело следующим образом. В обеих ситуациях плацебо не было выявлено принципиальных различий в организации структурного ряда средних уровней КОГ в фоновых (см. рис.3) и зарегистрированных через 15 мин (рис.6) ЭЭГ: имело место небольшое снижение представительства сохранившего ведущее положение 7-го (9,7 Гц) поддиапазона и умеренное выделение 15-го (19,9 Гц) поддиапазона среди остальных. Аналогичные данные были получены в ситуациях бесконтактного воздействия КВЧ с ППЭ = 300 и 700 мкВт/см^2.

Перераспределение ведущей роли от 7-го (9,7 Гц) — в фоновых ЭЭГ (см. рис.1) к 8-му (11 Гц) поддиапазону ЭЭГ, в виде превалирования соответствующего ему значения среднего уровня КОГ над всеми остальными, оказалось характерным для

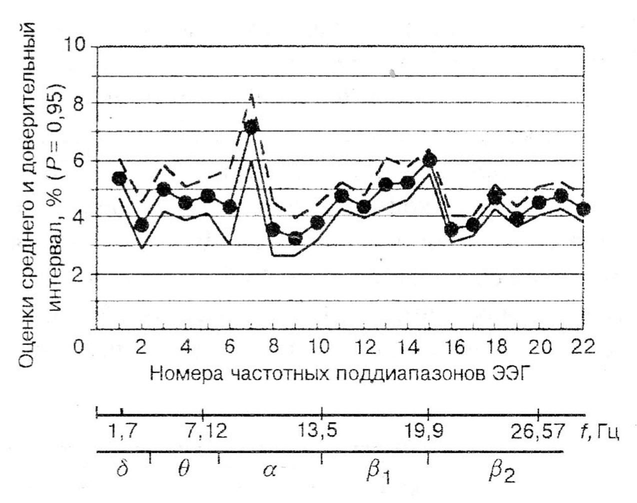


Рис.6. Ситуация с контактным вариантом плацебо в группе из 10 человек с обострением болезни: через 15 мин после регистрации фоновых ЭЭГ

15-й минуты КВЧ-облучения, мощностью 10 мВт, в группе лиц с хронической висцеральной патологией без жалоб (рис.7,*а*). Сходный между собой характер организации структурного ряда средних уровней сложился в группах больных висцерального профиля, не имевших жалоб и подвергавшихся влиянию КВЧ, мощностью 15 мкВт, и предъявлявших жалобы на боли, но облучавшихся КВЧ, мощностью 10 мВт (рис.7,*б*). В обеих этих ситуациях к концу воздействия (контактным способом) не отмечалось заметного превалирования какого-либо поддиапазона ЭЭГ среди остальных.

Незначительно (и в одинаковой степени) выделялись 7-й (9,7 Гц) и 8-й (11 Гц) поддиапазоны, причем средний уровень КОГ в первом из них стал ниже, а во втором выше исходного (до воздействия) значений, а также 15-й (19,9 Гц) поддиапазон.

И, наконец, в группе лиц с хронической висцеральной патологией, находившихся в стадии клинического выздоровления, к 15-й минуте КВЧ-воздействия, мощностью 10 мВт (контактный способ) отмечалось небольшое снижение представительства продолжавшего (как и до воздействия) доминировать над остальными 8-го (11 Гц) поддиапазона ЭЭГ (рис.7,*в*). Кроме этого, можно выделить относительно высокие величины средних уровней КОГ 17-го (22 Гц) и, несколько в меньшей степени, 15-го (19,9 Гц) поддиапазонов, не выделявшихся среди остальных в фоновых (до начала воздействия) ЭЭГ.

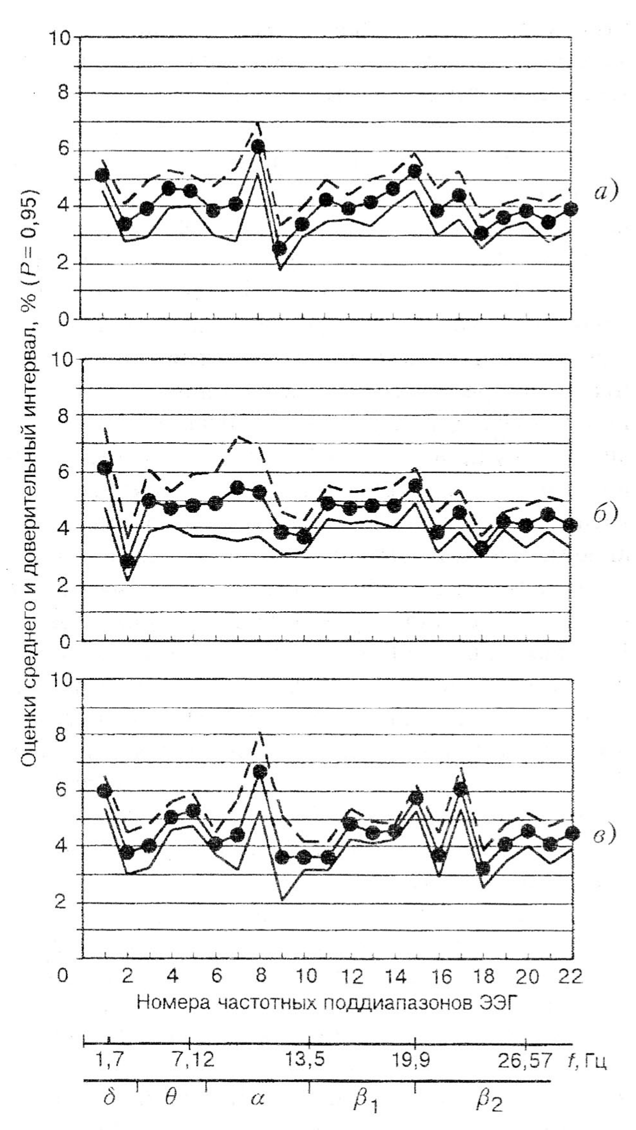


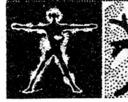
Рис.7. Ситуация через 15 мин от начала КВЧ-воздействия (7,1 мм; 10 мВт) в группе из 10 человек с обострением болезни, без жалоб (*а*), с болевым синдромом (*б*) и с признаками клинического выздоровления (*в*)

Обсуждение результатов

Трудами выдающегося отечественного ученого А.А.Ухтомского были выявлены нелинейный характер физиологических процессов и зависимость эффектов влияния афферентации на нейроны от их текущего состояния [9]. При этом, согласно принципу доминанты, постулирующему основные закономерности межцентральных взаимоотношений, на иррадиирующие в ЦНС импульсы возбуждения первыми реагируют центры, состоящие из клеток, обладающих повышенной способностью к изменению своего состояния в ответ на раздражение [10]. Взаимодействие совокупности нервных центров (так называемой констелляции), расположенных в разных отделах ЦНС, но обладающих единством действия, непосредственно связано с явлением ПСКБ [11]. Считается, что среди относительно однородной популяции нейронов вовлечение последних в ту или иную реакцию происходит по вероятностному принципу, в зависимости от колебаний их возбудимости, лабильности и прочих причин [12]. К числу последних, вероятно, следует отнести также индивидуальные особенности дистантной синхронизации нейрональных ансамблей на представленных в ЭЭГ частотах. Известно, что у здоровых лиц существенным свойством средних уровней когерентности, по выделяемым в ЭЭГ частотным диапазонам, является высокая степень стабильности при сохранении определенного функционального состояния — спокойного бодрствования [13]. Аналогичные данные отмечены нами и у больных с хронической висцеральной патологией, не имевших жалоб, при математическом анализе ЭЭГ на протяженни 15-минутного исследования, в условиях имитации воздействия ЭМИ — ситуациях с плацебо. Обнаруженное же отличающееся малой межиндивидуальной вариабельностью (критерий Кокрена — ниже 0,1647; коэффициент вариации — до 25 %) групповое различие относительного распределения средних уровней КОГ по 22 поддиапазонам ЭЭГ у больных с обострением висцеральной патологии, с одной стороны, и практически здоровых лиц, закончивших курс лечения, — с другой, позволило нам рассматривать характерные (статистически достоверные) этим диаметрально противоположным состояниям особенности ПСКБ в качестве проявлений, соответственно, нарушения и восстановления адекватной саморегуляции гомеостаза. В структурном ряду средних уровней КОГ при наличии обострения хронического заболевания отчетливо доминировал 7-й (9,7 Гц) поддиапазон, а при переходе патологического процесса в стадию клинического выздоровления — 8-й (11 Гц) поддиапазон α-ритма.



Перед обсуждением результатов анализа достоверных изменений КОГ, имевших место как при КВЧ-воздействии, так и при его имитации, вероятно, следует учесть отличительную особенность технических параметров двух разных генераторов ММ-ЭМИ. Так, в отличие от генератора "Явь-1", работа генератора Г4-141, в том числе и в холостом режиме, сопровождается монотонным звуком, с уровнем в 60 дБ на расстоянии 1 м от прибора [14].




Исходя из этого, можно объяснить, например, неодинаковый характер сдвигов КОГ в контактном ("Явь-1") и бесконтактном (Г4-141) вариантах плацебо в статистически однородных (по параметрам ПСКБ и клинико-антропометрическим данным) группах лиц. Проведение исследования в первом варианте, в условиях отсутствия посторонних звуковых раздражителей, не препятствовало достижению состояния легкой дремоты, отражением чего, вероятно, и явилась наблюдавшаяся при последовательных регистрациях ЭЭГ тенденция перехода преимущественной синхронизации нейрональной активности с 9,7 Гц (в виде умеренного снижения КОГ) α-ритма к более медленной — 8,4 Гц (в виде умеренного повышения КОГ). Реакция этих двух частотных поддиапаонов, отличаясь от остальных стойкостью во времени, к тому же, выделялась среди них и своей интенсивностью, хотя и весьма умеренной. Напротив, во втором варианте плацебо монотонный шум от работающего прибора не способствовал полноценному расслаблению пациентов, что, в свою очередь, могло поддерживать состояние психоэмоционального напряжения на протяжении всего обследования, препятствуя преимущественной синхронизации корковых потенциалов в отдельных поддиапазонах ЭЭГ. С учетом сказанного и была проведена оценка данных, полученных в результате анализа достоверных изменений КОГ при КВЧ-воздействии разной мощности, при использовании разных генераторов, при наличии и отсутствии сопутствующих жалоб — болевых ощущений.

Для всех ситуаций применения ЭМИ в качестве воздействующего фактора оказалась характерной избирательная активация 8-го (11 Гц) поддиапазона, достигавшая максимального выражения при ипользовании ППЭ = 10 мВт/см^2 в группе больных, не имевших патологических ощущений — жалоб, отличаясь от наиболее заметной положительной реакции в ситуации плацебо (контактный вариант) не только частотным поддиапазоном ЭЭГ, но и значительно большей интенсивностью сдвигов КОГ (в 2,5—3 раза), достигавших 50...60 % от максимально возможных значений. Особо следует отметить статистическую однородность рассматриваемых групп и практическую идентичность условий проведения исследования как при КВЧ-облучении, мощностью 10 мВт, так и при имитации его действия — плацебо: в обеих вышеназванных ситуациях был использован генератор "Явь-1", насадка излучателя которого контактировала с поверхностью тела обследовавшихся лиц. Кроме этого, отражением интегральной перестройки внутри- и межцентральных взаимоотношений корковых потенциалов при воздействии ЭМИ, на наш взгляд, является отмеченное на 15-й минуте смещение акцента функциональной значимости среднего уровня КОГ с исходно доминировавшего 7-го (9,7 Гц) поддиапазона к 8-му (11 Гц) поддиапазону, в отличие от плацебо, когда соотношение средних уровней КОГ по 22 частотным поддиапазонам ЭЭГ в начале и в конце исследования было одинаковым. Представленные выше, на наш взгляд — принципиальные, различия в характере динамики ПСКБ при КВЧ-воздействии и его имитации объективизируют наличие биологического эффекта ММ-волн нетепловой природы, проявляющегося в активации механизма, способствующего смещению акцента функциональной значимости ЭЭГ к более высокочастотному поддиапазону. Принимая во внимание, что в стуктурном ряду средних уровней КОГ исходных ЭЭГ группы практически здоровых лиц (в отличие от больных с проявлениями обострения висцеральной патологии) доминировал именно 8-й (11 Гц) поддиапазон, и под влиянием ЭМИ максимальные положительные сдвиги КОГ (реакция активации) наблюдались в том же 8-м поддиапазоне, представляется логичным сделать следующие выводы:

- ✓ пространственно-временная организация нейрональных взаимосвязей в 8-м поддиапазоне ЭЭГ представляет собой некий оптимум, отклонение от которого является неблагоприятным условием для протекания кортико-висцеральных взаимодействий;
- ✓ нормализующие начала КВЧ-влияний реализуются посредством структурной перестройки не соответствующих норме когерентных взаимоотношений корковых биопотенциалов, с формированием новой (или активированием старой) матрицы соотношения средних уровней КОГ в функционально значимых частотных поддиапазонах ЭЭГ, при доминировании 8-го (11 Гц) поддиапазона.

К попытке интерпретации рассматриваемых данных можно подойти и с иных позиций. При проведении плацебо (только контактный вариант), начиная с 5-й минуты, далеко не столь четко, как при действии ЭМИ, но все же выделялись, среди остальных, кроме отмечавшегося выше 6-го (8,4 Гц) поддиапазона, также 7-й (торможение) и 15-й (активация), а с 15-й минуты наблюдения — также и 8-й (активация). На основании этого можно предположить, что состояние спокойного расслабленного бодрствования при максимальном ограничении потока афферентных раздражителей способствует

проявлению того же механизма нормализации нарушенной саморегуляции гомеостаза, что и реализуемый под влиянием КВЧ. Другими словами, биологические эффекты КВЧ реализуются посредством использования изначально присущей ПСКБ способности к оптимальной, с точки зрения кортико-висцеральных отношений, самоорганизации. В таком случае, реципрокные реакции 7- и 15-го поддиапазонов, определенно являющиеся гармониками и также наблюдавшиеся в состоянии относительного покоя у больных, следовало бы рассматривать в качестве направленных на поддержание на протяжении всего периода наблюдения доминирующего положения 7-го (9,7 Гц) поддиапазона и, таким образом, препятствующих проявлению имеющихся в организме нормализующих потенций. Очевидно, что обусловленная влиянием ЭМИ мощная реакция активации 8-го (11 Гц) поддиапазона самым непосредственным образом должна быть взаимосвязана с торможением соседнего — 7-го (9,7 Гц) поддиапазона, доминировавшего до начала КВЧ-воздействия, а также — с нивелированием возможности проявления гармоник последнего.

Меньшая выраженность реципрокных сдвигов КОГ 7- и 8-го поддиапазонов ЭЭГ при КВЧ-воздействиях более слабых, по сравнению с 10 мВт, мощностей могла бы быть объяснена влиянием постороннего звука от применявшегося в соответствующих ситуациях генератора Г4-141 (использовался в связи с конструктивной особенностью, позволяющей задавать различные значения мощности ЭМИ, в отличие от генератора "Явь-1"). Тем не менее, проводя сравнение динамики изменения КОГ под влиянием ППЭ, равной 15, 300 и 700 мкВт/см^2, между собой, была отмечена более быстрая, но со временем уменьшавшаяся по выраженности активация 8-го (11 Гц) поддиапазона при контактном способе применения самого слабого (15 мкВт) излучения. Более мощные воздействия (300 и 700 мкВт), но осуществленные бесконтактным способом, сопровождались первоначально менее выраженными, по сравнению с ЭМИ в 15 мкВт, но усиливавшимися со временем характерными сдвигами КОГ в 8-м (11 Гц) и 7-м (9,7 Гц) поддиапазонах. При этом, независимо от мощности ЭМИ, сдвиги КОГ именно в этих двух частотных поддиапазонах ЭЭГ отличались от всех остальных постоянством и относительно большей выраженностью, заметно уступая, однако, в этом плане проявлению аналогичного паттерна при ППЭ = =10 мВт/см^2. Вероятно, и наблюдавшееся незначительное изменение характера структурного ряда



средних уровней КОГ, с сохранением первоначального соотношения последних, вполне может быть объяснено недостаточной интенсивностью воздействия и ослабляющим его эффекты влиянием дополнительных факторов (посторонний звук, бесконтактный способ облучения).

В какой-то степени, противоречивыми оказались результаты анализа динамики структурного ряда средних уровней КОГ и достоверных сдвигов этого показателя под воздействием КВЧ, мощностью 10 мВт, при наличии болевого синдрома. С одной стороны, начиная с 5-й минуты, умеренно превалировали характерные сочетанные изменения КОГ в 7- и 8-м поддиапазонах, а относительное соотношение средних уровней КОГ на 15-й минуте явно отличалось от исходного: ни один из 22 поддиапазонов уже не выделялся среди остальных, причем средний уровень исходно ведущего 7-го поддиапазона заметно снизился до умеренно возросшего среднего уровня 8-го поддиапазона. С другой стороны, начиная с 10-й минуты воздействия, кроме достоверной активации 7-го (9,7 Гц) поддиапазона, отмечалась (в такой же степени выраженности) и активация 6-го (8,4 Гц) поддиапазона, аналогично ситуации с контактным вариантом плацебо. В этом случае, на наш взгляд, имеет место отражение двух процессов: активации механизма адекватной саморегуляции гомеостаза КВЧ-влиянием и нивелирования эффектов последнего поступлением патологической висцеральной афферентации. Результатом же такого взаимодействия является незавершенная с точки зрения оптимального состояния саморегуляции перестройка когерентных взаимоотношений корковых потенциалов, когда патологическая доминанта разрушается без параллельного формирования новой, доминирующей констелляции нейронов. Возможно, что полученные нами данные подобного рода обусловлены недостаточной продолжительностью экспозиции ММ-облучения.

Таким образом, представляется возможным констатировать, что под влиянием КВЧ, независимо от мощности, развивается определенная перестройка пространственно-временных параметров внутрикортикальных взаимодействий, преимущественно затрагивающая исходно (до начала воздействия) ведущий и соседний с ним, более высокочастотный, поддиапазоны. Такая относительная избирательность реактивности мозга, в большей степени затрагивающая отдельные частотные поддиапазоны ЭЭГ, позволяет рассматривать наблюдаемые в них сдвиги в качестве специфических.




Очевидно, что одним из условий их возникновения является наличие на момент воздействия функционально наиболее значимой — доминантной констелляции нейронов, характеризующейся стабильно преобладающим средним уровнем когерентности. Как известно, кортикальные центры, находящиеся в состоянии повышенной возбудимости, не только первыми отвечают на иррадиирующие в нервной системе импульсы рабочим эффектом, но и оказывают сопряженно тормозящее действие на другие центры. Однако влияния ММ-ЭМИ имеют одну отличительную особенность: под их воздействием происходит торможение ведущей констелляции (а не возбуждение, которого следовало бы ожидать от доминатного очага). Возможно, в этом и заключается терапевтический потенциал КВЧ, а именно в способности кардинальной реорганизации сформировавшейся в долгосрочной памяти больного организма соответствующей матрицы устойчивого патологического состояния. В качестве механизма, лежащего в основе такого типа реагирования, можно представить латеральное тормозное взаимодействие нейронов, способное обеспечить реципрокность их активности при изменении состояния клеток, обладающих наиболее высокой реактивностью [15]. В свете такого представления можно было бы рассматривать ММ-волны в качестве регулятора нарушенного механизма тормозного контроля в популяции нейронов, составляющих основу доминантного очага [9]. Последний, являясь генератором усиленного возбуждения (ГПУВ) [16], приобретает характер патологической детерминанты для тех функциональных систем организма, в структуре которых он изначально сформировался, определяя морфофункциональные особенности патологического процесса.

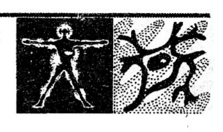
Отдельного рассмотрения заслуживает ситуация с КВЧ-воздействием у больных висцерального профиля с признаками купирования обострения, т.е. клинически выздоровевших лиц. Достоверные изменения КОГ, имевшие место в этой группе, как и в случае плацебо, проявлялись избирательностью с 5-й минуты действия ЭМИ, преимущественно затрагивая 8-й (11 Гц) поддиапазон (торможение) с исходно преобладавшим средним уровнем КОГ, и соседние с ним 7- и 9-й поддиапазоны (активация обоих). При этом, также аналогично плацебо, с 10-й минуты воздействия, наряду со снижением наиболее высокой КОГ в определенном частотном поддиапазоне — 11 Гц, происходило несколько менее выраженное усиление КОГ на гармоничной ему частоте соответствующего поддиапазона — 22 Гц (при плацебо — это торможение 7-го поддиапазона и активация 15-го поддиапазона). Интенсивность реакции отмеченных выше четырех поддиапазонов была заметно выше, по сравнению со всеми остальными, несколько превышала выраженность сдвигов при плацебо, но оказалась в 2 раза слабее характерной перестройки когерентных взаимоотношений под влиянием КВЧ той же мощности (10 мВт) у больных с признаками обострения патологии при отсутствии жалоб. Происходившая при радиоволновом облучении практически здоровых людей динамика КОГ (аналогично ситуации плацебо) не сопровождалась принципи-альной перестройкой структурного ряда ее средних уровней: исходно доминировавший 8-й (11 Гц) поддиапазон сохранял свое ведущее представительство к последней минуте действия ЭМИ, в отличие от обеих ситуаций с обострением хронической висцеральной патологией вне зависимости от наличия или отсутствия сопутствующих патологических ощущений (жалоб). Наряду с умеренно понизившимся средним уровнем КОГ в 8-м поддиапазоне к 15-й минуте радиоволнового облучения, чуть в меньшей степени, но также отчетливо выделялся среди остальных и 17-й (22 Гц) поддиапазон ЭЭГ. Вероятно, наблюдаемые в ситуациях плацебо (у больных) и КВЧ-воздействия (у практически здоровых лиц) реципрокные сдвиги КОГ в поддиапазоне исходно доминирующего коркового ритма и на гармоничной ему частоте представляют собой функционирование единого механизма, направленного на закрепление в матрице долговременной памяти текущего состояния центрального звена висцерального анализатора (соответствующего неадекватной саморегуляции морфофункционального гомеостаза — в первом случае, и адекватной — во втором).

Заключение

В проведенном исследовании получены, на наш взгляд, убедительные доказательства чувствительности организма человека к влияниям ММ-волн нетепловой интенсивности. Реализация биологических эффектов последних осуществляется посредством многократного усиления присущей здоровому мозгу тенденции к оптимизации пространственно-временной организации корковых биопотенциалов, определенные паттерны которой взаимосвязаны с текущим состоянием кортикального звена системы саморегуляции гомеостаза. Проявление этой тенденции, в том числе и под влиянием КВЧ, происходит в большей степени в условиях ограничения (отсутствия) потока осознаваемой эк-

стеро- и интероцептивной афферентации, что, очевидно, должно быть учтено в методическом обеспечении клинического применения КВЧ-терапии. Несмотря на частный характер проведенного нами изучения ПСКБ у лиц с α-ритмом в исходных ЭЭГ, вероятно, следует отнести к разряду закономерности первоочередное реагирование на локальное КВЧ-облучение тела частотных поддиапазонов ЭЭГ с наиболее выраженными средними уровнями когерентности. Причем наиболее характерным эффектом действия КВЧ следует считать синхронное рассогласование связей между нейронами ведущей (-х) констелляции (-й) и одновременное активирование нервных центров, обладающих сходной лабильностью, но способных совозбуждаться в соседнем частотном поддиапазоне. Однако конечный результат подобного спектрально-частотного перераспределения (влияние на величины средних уровней КОГ) проявляется тем отчетливее, чем выше ППЭ излучения. Нам представляется, что сочетание таких свойств, как одинаковый характер и различная выраженность системных сдвигов пространственно-временной организации корковых потенциалов при воздействиях ММ-ЭМИ разной мощности (α = 7,1 мм), позволяет рассматривать КВЧ в качестве информационного и энергетического факторов одновременно. Полученные данные позволяют также расширить границы понятия доминантного очага, включив в него пространственное распределение совозбужденных не только на определенной, но и на гармоничной ей частоте, нейронов.

Рассмотрев отличительные особенности структурных рядов средних уровней КОГ в ЭЭГ больных с обострением хронической висцеральной патологии, с одной стороны, и практически здоровых людей — с другой, нам удалось выявить особую значимость для саногенеза преимущественной синхронизации корковых нейронов в 8-м (11 Гц) и 17-м (22 Гц) поддиапазонах, как сочетающейся с состоянием оптимальных кортико-висцеральных взаимодействий. Напротив, система двух других частотных поддиапазонов ЭЭГ — 7-го (9,7 Гц) и 15-го (19,9 Гц) — оказалась функционально наиболее значимой в условиях срыва адекватной саморегуляции гомеостаза, а именно при обострении хронического заболевания висцерального профиля. Несмотря на то, что при формировании всех групп больных и группы здоровых проводился отбор лиц с преобладанием одного поддиапазона (соответственно 7- или 8-й), статистически однородным оказалось индивидуальное распределение средних уровней КОГ не только доминировавшего 7-го (9,7 Гц) или 8-го (11Гц), но и всех остальных частотных поддиапазонов ЭЭГ. Очевидно, это является еще одним подтверждением особой функциональной роли ведущей нейрональной констелляции, определяющей наиболее вероятное поведение всей системы межнейрональных взаимодействий при каких-либо возмущающих воздействиях. Наличие причинно-следственной взаимосвязи между определенным образом организованными пространственными межнейрональными взаимодействиями, с одной стороны, и морфофункциональным состоянием висцеральной сферы организма — с другой, может быть использовано для объективизации состояния высшего регуляторного звена висцерального анализатора, а также прогнозирования наиболее вероятных эффектов влияния нетепловых ЭМИ КВЧ, прежде всего, на системную организацию биоэлектрической активности коры головного мозга.



Литература

1. *Газенко О., Кальвин М.* Экологические и функциональные основы космической биологии и медицины — Основы космической биологии и медицины. Т. II, Кн.2. — М.: Наука, 1975.
2. *Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.* Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. — М.: Радио и связь, 1991.
3. *Севастьянова Л.А.* и др. Резонансный характер воздействий радиоволн миллиметрового диапазона на биологические системы. — Эффекты нетеплового воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты: Сб. статей / Под ред. *Н.Д.Девяткова.* — М.: ИРЭ АН СССР, 1983, с.34—37.
4. *Толгская М.С., Гордон З.В.* Морфофизиологические изменения при действии электромагнитных волн радиочастот. — М.: Медицина, 1971.
5. *Девятков Н.Д.* Использование некогерентных и когерентных электромагнитных колебаний в медицине и биологии. — Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ, 1987, вып. 9 (403).
6. *Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н.* Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. — М.: Наука, 1992.
7. *Ковалёв А.А.* Неосознаваемые эффекты влияния нетепловых электромагнитных излучений миллиметрового диапазона на интегративные звенья саморегуля-




ции гомеостаза организма человека. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1997, №9–10.

8. *Свидерская Н.Е., Шлитнер А.М.* Когерентные структуры электрической активности коры головного мозга человека. — Физиология человека, 1990, т.16, №3.

9. *Голиков Н.В.* Академик А.А.Ухтомский и его важнейшие открытия. — Успехи физиологических наук, 1975, №3.

10. *Ухтомский А.А.* Доминанта как рабочий принцип нервных центров. Собр. соч. Т.1 — Л.: Изд-во ЛГУ, 1950, с.163–172.

11. *Ливанов М.Н.* Пространственная организация процессов головного мозга. — М.: Наука, 1972.

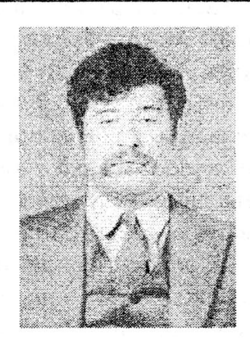
12. *Ливанов М.Н.* Микроэлектродные исследования различных аспектов памяти. — В кн. Проблемы современной нейрофизиологии. — М.: Наука, 1965, с.37–72.

13. *Русинов В.С.* и др. Оценка функционального состояния здорового человека и больных с очаговыми поражениями мозга по параметрам спектрально-корреляционного анализа электроэнцефалограммы на ЭВМ и вызванных потенциалов — Диагностика и прогнозирование функционального состояния мозга человека. / Под ред. *М.Г.Айрапетянца*. — М.: Наука, 1988.

14. Генератор сигналов высокочастотный Г4-141 / Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 1989.

15. *Матвеев Ю.К.* Функциональные особенности нейронных популяций некоторых подкорковых ядер мозга человека (по данным мультиклеточной активности) — Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Л., 1976.

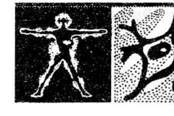
16. *Крыжановский Г.Н.* Расстройства нервной регуляции — Патология нервной регуляции функций. Сб. научных трудов, вып.V. / Под ред. *Г.Н.Крыжановского*. — М., 1987.



Памяти Владимира Александровича Дремучева

15 октября 1998 г. на 47 году жизни скоропостижно скончался наш коллега и друг, доктор Владимир Александрович Дремучев. От нас преждевременно ушел добрый и хороший человек, талантливый врач, ревностный поклонник КВЧ-терапии. Нам всегда было приятно слышать из его уст: «Наша ассоциация». Владимир Александрович много сделал в области применения ММ-волн в урологии. Его выступления на совещаниях и симпозиумах всегда все ждали с большим интересом. Выражаем глубокое соболезнование родным и близким, мы всегда будем помнить дорогого Владимира Александровича.

Медико-техническая ассоциация КВЧ



ми; в 3-й группе (контрольной) — 30 пациентов, получавших только медикаментозную терапию. Больные всех групп получали медикаментозную гипотензивную терапию, начатую не ранее чем за 2 недели до начала исследования и не менявшуюся в процессе проведения процедур.

Табл.1. ***Клиническая характеристика групп больных***

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Число больных	30	30	30
мужчин	11	9	19
женщин	19	21	20
Средний возраст, лет	67,1±3,7	65,3±4,9	66,9±4,2
Длительность гипертонической болезни, лет	7,1±1,2	6,8±1,4	7,3±1,3
Исходное АД, мм рт.ст.	179/98	168/96	169/96
Сопутствующие заболевания:			
сахарный диабет	11	13	9
ИБС	17	19	16

Всем больным 1-й группы проводился курс лечения ЭМИ ММД серийными аппаратами "Явь-1" с длиной волны 5,6 и 7,1 мм в режиме частотной модуляции. Плотность потока падающей мощности составлял 10 мВт/см^2. Воздействие осуществлялось на область большого затылочного бугра, рупор аппарата плотно прилегал к поверхности кожи. Курс лечения состоял из 10 процедур, проводимых ежедневно в утренние часы, в положении больного лежа на правом боку. Каждый сеанс заключался в последовательном воздействии ЭМИ ММД с длиной волны 5,6 и 7,1 мм по 15 мин. Больным 2-й группы (плацебо) процедуры проводились по той же методике, но в рупоре излучателя находилась незаметная для больного заглушка — защитный фильтр, не пропускающий ММ-волны. Отсутствие излучения на выходе рупора аппарата контролировалось серийным индикатором ЭМИ ММД.

Оценивались клиническая эффективность, содержание катехоламинов в крови и суточная экскреция их свободных форм с мочой, а также состояние мозгового кровотока на фоне проведения ЭМИ ММД. Для оценки ***клинической эффективности*** были приняты следующие критерии:

- ✓ *хороший* клинический эффект — снижение уровня диастолического АД не менее чем на 10, а систолического не менее чем на 20 мм рт. ст. от исходного, прекращение головных болей, головокружения, значительное уменьшение шума в ушах;
- ✓ *удовлетворительный* — снижение диастолического АД не менее чем на 5, а систолического не менее чем на 10 мм рт. ст., значительное уменьшение головной боли, головокружения при возможном сохранении шума в ушах;
- ✓ *отсутствие эффекта* — сохранение высоких цифр АД, сохранение головной боли, головокружения, шума в ушах, болей в области сердца;
- ✓ *ухудшение* — повышение уровня АД, нарастание общемозговой симптоматики (усиление головной боли, головокружений, шума в ушах), усиление болей в области сердца.

Уровень АД контролировался проведением суточного мониторирования АД до начала проведения исследования, на 5-е сутки исследования и после 10-й процедуры и, кроме того, традиционным методом Короткова перед и после каждой процедуры. Для проведения суточного мониторирования АД использовался аппарат Spacelabs SL-90207 (осциллометрический, производства Spacelabs Medical Inc). Атмосферное давление измерялось через 15 мин в дневное время и через 30 мин в ночное время (во время сна).

Состояние симпатоадреналовой (САС) *системы и обмена катехоламинов* оценивалось по содержанию в крови L-Дофа, дофамина, норадреналина и адреналина и суточной экскреции их свободных форм.

Уровень катехоламинов в крови (L-Дофа, дофамина, норадреналина, адреналина) определялся до и после проведения 1-, 5- и 10-го сеанса ЭМИ ММД методом жидкостной хроматографии с электрохимической детекцией в модификации Б.М.Когана и соавт., 1995 г.

Суточная экскреция свободных форм катехоламинов (L-Дофа, дофамина, норадреналина, адреналина) определялась перед началом и после окончания проведения курса лечения ЭМИ ММД флуорометрическим методом по Э. Ш.Матлиной и соавт., 1967 г. Преимущество этого метода в том, что он позволяет параллельно изучать все четыре исследуемые вещества в одной порции мочи.

Измерения проводили на флуоресцентном спектрофотометре "Hitachi".



Результаты исследования

Влияние ЭМИ ММД на клиническое течение гипертонической болезни

Результаты лечения больных 1-й группы. Исследования показали высокую клиническую эффективность данного метода (рис.1). В той или иной мере снижение уровня АД сразу после первого сеанса в группе комбинированной терапии (медикаментозная терапия + ЭМИ ММД) регистрируется у 80 % больных, при этом у 70 % систолическое

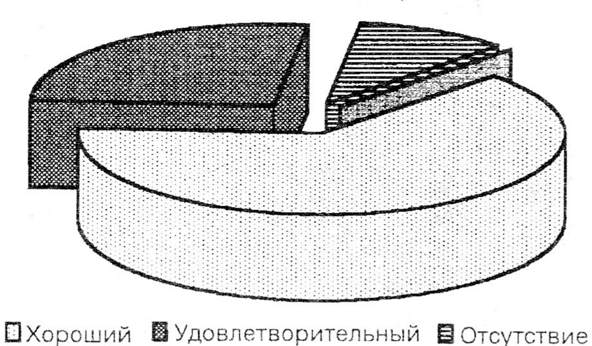


Рис.1. Критерии клинической эффективности от проводимой терапии у больных 1-й группы

АД понижается не менее чем на 15, а диастолическое — не менее чем на 10 мм рт. ст. При динамическом наблюдении за уровнем АД в течение первых суток после воздействия ЭМИ ММД у 70 % больных отмечается понижение в первые 4–6 ч после проведенного сеанса, затем так называемое "плато" в течение 3–5 ч (уровень АД остается относительно стабильным с колебанием систолического 6–8, а диастолического 4–5 мм рт. ст.), с последующим плавным повышением систолического и диастолического АД, но его уровень остается ниже исходного на 4–6 и 2–4 мм рт. ст. соответственно. У 20 % пациентов этой группы отмечается подобное изменение АД, но степень снижения уровня АД выражена в меньшей мере. У 10 % больных клинически значимого снижения АД в течение суток после проведения первого сеанса ММ-терапии по сравнению с исходным не отмечается. Улучшение самочувствия (снижение головной боли, головокружения, шума в ушах, уменьшение интенсивности болей в области сердца) в большей или меньшей степени после первого воздействия ЭМИ ММД отмечали 50 % больных. Отсутствие улучшения самочувствия отмечали 43,33 % , а 6,7 % отмечали усиление головной боли на фоне первого сеанса ММ-терапии. Уровень АД (как систолического, так и диастолического) перед началом пятого сеанса оказался ниже, чем перед первым сеансом ММ-терапии у 70 % больных. После проведения пяти сеансов ЭМИ ММД отмечались следующие изменения АД: сразу после проведения пятого сеанса понижение уровня АД — систолического не менее 10 и диастолического не менее 8 мм рт. ст. отмечалось у 86,7 % , у 10 % АД снизилось на 6–9 и 5–7 мм рт. ст. соответственно, а у 3,3 % уровень АД не изменился. При наблюдении за уровнем АД в течение суток после пятого сеанса, отмечается его снижение ко 2-му часу после воздействия у 80 % больных, "плато" составляет у этих больных с 3-го по 8-й час после воздействия, затем АД возвращается к исходному в течение 10–12 ч. У 13,33 % больных отмечается схожая динамика, но степень снижения систолического и диастолического АД ниже. У 6,67 % пациентов клинически значимого изменения АД не произошло.

После проведения пяти сеансов ММ-терапии 93,33 % больных отметили улучшение самочувствия, при этом 70 % — значительное снижение головной боли, болей в области сердца, головокружения, шума в ушах; 6,67 % пациентов не отметили изменений в самочувствии.

При контроле АД перед последним, десятым сеансом ММ-терапии, отмечалось снижение уровня систолического давления не менее чем на 15 мм рт. ст., а диастолического — не менее 10 мм рт. ст. у 86,67% пациентов 1-й группы (в сравнении с показателями перед началом курса ЭМИ ММД). После проведения 10 сеансов ММ-терапии отмечалась следующая динамика суточного уровня АД: максимальное снижение систолического и диастолического АД (не менее 20 и 10 мм рт. ст. соответственно в сравнении с этими показателями до начала проведения курса ЭМИ ММД) происходило к концу первого часа после воздействия у 90 % больных основной группы и оставалось стабильным (с колебанием систолического 6–7 и диастолического 4–5 мм рт. ст.) в течение 14–15 ч после процедуры, затем отмечалось постепенное повышение уровня АД в течение 4–5 ч, но АД к концу суток оставалось ниже исходного. У 6,67 % уровень систолического и диастолического АД перед началом десятого сеанса процедуры оказался ниже, чем перед началом




лечения методом ЭМИ ММД на 10 и 5 мм рт. ст., а при проведении суточного мониторирования отмечалось максимальное снижение на 15 и 10 мм рт.ст. к 3-му часу, "плато" наблюдалось в течение 10 ч, с последующим плавным повышением к концу суток до исходных (перед десятым сеансом) значений. Изменения уровня АД как перед, так и после проведения десятого сеанса ММ-терапии не отмечалось у 3,33 % больных. При суточном мониторировании уровня АД также не было выявлено клинически значимых изменений. После завершения курса ЭМИ ММД значительное улучшение самочувствия (исчезновение головной боли, головокружения, шума в ушах и болей в области сердца) отметили 63,33 % больных; 26,66 % отметили исчезновение головной боли, уменьшение головокружения и шума в ушах; 6,67 % не смогли определить изменение в самочувствии и один больной основной группы улучшения в самочувствии не отметил, кроме того, он же периодически предъявлял жалобы на возникновение головной боли на фоне проведения сеанса ММ-терапии аппаратом с длиной волны 7,1 мм. Все больные отмечали появление сонливости на фоне проведения сеанса ЭМИ ММД, уменьшение раздражительности, улучшение сна после проведения 3—4 сеансов ММ-терапии.

Снижение уровня АД после окончания курса ЭМИ ММД позволило уменьшить дозу применяемых гипотензивных средств (без изменения комбинации препаратов) у 17 больных после окончания исследования.

Результаты лечения больных 2-й группы. В группе больных, получавших "мнимое" лечение (рупор аппаратов был закрыт незаметной для больных заглушкой, не пропускающей ММ-волны) на фоне проводимой медикаментозной терапии, отмечалась следующая динамика АД и клинического течения: после первого сеанса ММ-терапии отмечалось снижение систолического и диастолического АД не менее чем на 15 и 10 мм рт. ст. соответственно у 13,33 % больных, изменений уровня АД не было зафиксировано у 80 % (рис.2). У 6,67 % испытуемых зарегистрировано повышение уровня АД: систолического на 10 и диастолического на 5 мм рт.ст. в момент проведения и сразу после окончания плацебо-сеанса ЭМИ ММД. При суточном мониторировании АД снижение уровня и изменения характера кривой давления отмечалось у 13,33 % больных, при этом максимальный уровень снижения отмечался сразу после сеанса плацебо, длительность "эффекта" сохранялась в течение двух часов после "воздействия" у 6,67 % больных, у одного больного в течение часа и менее часа — так же у одного больного. После этого отмечалось возвращение кривой АД к преж-нему уровню. У 80% больных данной группы клинически значимого снижения уровня АД в течение суток не было зарегистрировано. Повышение систолического и диастолического давления, зафиксированное у двух больных (6,67 %) на фоне сеанса ММ-терапии, сохранялось в течение часа, после этого отмечалось снижение и возвращение уровня АД к исходным значениям в течение следующих двух часов. Изменений суточного ритма уровня АД не было зафиксировано ни у одного испытуемого.

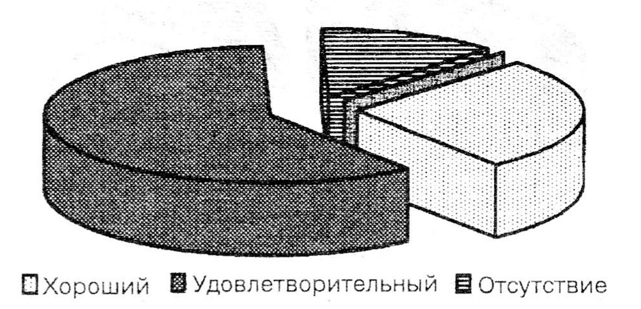
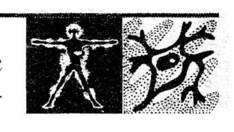


Рис.2. Критерии клинической эффективности от проводимой терапии у больных 2-й группы

Подобные изменения уровня АД отмечались после пятого и десятого сеансов плацебо — лечения, но снижение уровня АД после пятого сеанса зарегистрировано у шести больных (20 %), а после десятого сеанса — у трех пациентов (10 %). Снижение уровня АД у этих больных отмечалось в течение часа, с последующим возвращением к исходному в течение второго часа (как после пятого, так и десятого сеанса). Повышение уровня систолического и диастолического давления свыше 10 и 5 мм рт. ст. соответственно наблюдалось у трех больных (10 %) после пятого сеанса и двух больных (6,67%) после десятого сеанса. Возвращение АД к исходному уровню происходило в течение одного-двух часов. У остальных пациентов группы "плацебо" изменений в уровне АД не отмечалось после пятого сеанса — у 70 % , после десятого — у 83,33 % больных.

Результаты лечения больных 3-й группы. В группе больных, получавших только медикаментозную терапию, суточная ритмика АД у 93,33 % пациентов не изменялась, у одного больного отмечалось



понижение уровня систолического и диастолического АД к вечеру на 10 и 5 мм рт. ст. соответственно, а у одного больного на фоне повышения уровня систолического АД на 20 мм рт.ст. утром на шестые сутки исследования развилось острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу в бассейне левой средней мозговой артерии.

Состояние обмена катехоламинов у больных гипертонической болезнью на фоне проведения ЭМИ ММД

Состояние обмена катехоламинов у больных гипертонической болезнью на фоне лечения ММ-волнами оценивали по уровню суточной экскреции с мочой свободных форм катехоламинов (дофамина, норадреналина и адреналина) и их предшественника L-ДОФА и по содержанию их в крови. Полученные данные сравнивали с соответствующими показателями в трех группах и с показателями группы практически здоровых лиц — доноров.

Влияние ЭМИ ММД на обмен катехоламинов у больных 1-й группы. При исследовании влияния ММ-терапии на состояние обмена катехоламинов у больных, получавших комбинированную терапию антигипертензивными препаратами и ЭМИ ММД, в сравнении с группой практически здоровых лиц — доноров, 1-я группа была разбита на две подгруппы по уровню суточной экскреции норадреналина до начала проведения терапии ММ-волнами: на подгруппу А — уровень суточной экскреции менее 10 мкг/сут (9 больных) и на подгруппу В (21 больной) — уровень суточной экскреции норадреналина с мочой более 10 мкг/сут. Нижняя граница суточной экскреции норадреналина в норме — 10 мкг/сут.

- При проведении исследования до начала курса ЭМИ ММД уровень суточной экскреции катехоламинов с мочой в подгруппе А (табл.2) составил в среднем: L-ДОФА — 22,21 ± 0,96, дофамина — 161,06 ± 12,22, норадреналина — 5,99 ± 0,14, адреналина — 3,89 ± 0,24 мкг/сут. После проведения десятого сеанса ММ-терапии уровень экскреции составил: L-ДОФА — 26,37 ± 0,88, дофамина — 262,48 ± 23,84, норадреналина — 14,53 ± 0,49, адреналина — 6,94 ± 0,45 мкг/сут.

Табл.2. ***Суточная экскреция катехоламинов с мочой у больных 1-й группы***

Показатель, мкг/сут	Подгруппа А		Подгруппа В	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
L-ДОФА	22,21 ± 0,96	26,37 ± 0,88	27,90 0,67	26,41 ± 0,66
Дофамин	161,06 ± 12,22	262,48 ± 23,84*	246,06 ± 24,47	202,38 ± 26,23*
Норадреналин	5,99 ± 0,14	14,53 ± 0,49 *	19,96 ± 0,56	17,19 ± 0,67
Адреналин	3,89 ± 0,24	6,94 ± 0,45 *	5,58 ± 0,45	6,42 ± 0,17

* — $p < 0{,}05$

- В подгруппе В до начала и после завершения курса ЭМИ ММД суточная экскреция с мочой соответственно составила: L-ДОФА — 27,90 ± 0,67 и 26,41 ± 0,66, дофамина — 246,06 ± 24,47 и 202,38 ± 26,23, норадреналина — 19,96 ± 0,56 и 17,19 ± 0,67, адреналина — 5,58 ± 0,45 и 6,42 ± ± 0,17 мкг/сут.

- В подгруппе А отмечалась следующая динамика содержания катехоламинов в крови в среднем по подгруппе: концентрация L-ДОФА в крови составила: до и сразу после проведения первого сеанса ЭМИ ММД — 1,243 ± 0,123 и 0,874 ± 0,104 мкг/л, до и после пятого сеанса — 0,738 ± 0,106 и 0,576± ± 0,108 мкг/л, до и после десятого сеанса ММ-терапии — 0,473 ± 0,098 и 0,358 ± 0,086 мкг/л соответственно; уровень дофамина в крови на фоне ЭМИ ММД до и после первого сеанса составил 0,741 ± 0,087 и 0,624 ± 0,074 мкг/л, до и после пятого сеанса — 0,572 ± 0,056 и 0,392 ± 0,034мкг/л,



до и после десятого сеанса — 0,392 ± 0,021 и 0,229 ± 0,024 мкг/л соответственно; концентрация норадреналина на фоне проведения сеансов ММ-терапии составила: до и после первого сеанса — 1,223 ± 0,012 и 1,030 ± 0,018 мкг/л, до и после пятого сеанса — 0,957 ± 0,023 и 0,879 ± −0,021 мкг/л, до и после проведения десятого сеанса — 0,823± ± 0,019 и 0,764 ± 0,020 мкг/л соответственно; уровень адреналина крови составил: до и после первого сеанса ЭМИ ММД — 0,220 ± 0,023 и 0,170 ± 0,018 мкг/л, до и после пятого 0,173 ± 0,012 и 0,195 ± ±0,011 мкг/л, до и после десятого сеанса 0,192 ± 0,016 и 0,188 ± 0,013 мкг/л соответственно.
Таким образом, отмечается достоверное снижение в крови концентрации всех определявшихся катехоламинов на фоне значительного увеличения их экскреции с мочой.

- В подгруппе В изменение концентрации катехоламинов в крови было не таким однозначным: уровень L-ДОФА составил до и после первого сеанса — 1,037 ± 0,025 и 0,874 ± 0,019 до и после пятого сеанса — 0,813 ± 0,022 и 0,708 ± 0,032 перед и после десятого сеанса ММ-терапии — 0,645± ± 0,025 и 0,516 ± 0,027 мкг/л соответственно; концентрация дофамина на фоне ЭМИ ММД изменялась следующим образом: перед первым сеансом она составила 0,556 ± 0,045, а после его окончания — 0,473 ± 0,041 мкг/л, до и после пятого сеанса соответственно — 0,374 ± 0,026 и 0,307± ± 0,018 мкг/л, до и после десятого — 0,242 ± 0,014 и 0,170 ± 0,012 мкг/; уровень норадреналина изменялся в среднем по подгруппе В следующим образом: концентрация составила до и после первого сеанса ЭМИ ММД — 0,322 ± 0,029 и 0,389 ± 0,021 мкг/л, до и после пятого сеанса 0,440 ± 0,031 и 0,597 ± 0,026 мкг/л, до и после десятого сеанса ММ-терапии 0,597 ± 0,027 и 0,647 ± 0,037 мкг/л; концентрация адреналина в крови изменялась в сторону повышения к окончанию курса ММ-терапии иначе: до и после первого сеанса 0,322 ± 0,010 и 0,320 ± 0,012 мкг/л, до и после пятого сеанса — 0,320 ± 0,013 и 0,318 ± 0,011мкг/л, до и после десятого сеанса 0,330 ± 0,016 и 0,332 ± 0,016 мкг/л соответственно, но эти изменения не достоверны.

Состояние обмена катехоламинов у больных 2-й и 3-й групп и в группе сравнения (доноры). Уровни суточной экскреции катехоламинов до начала исследования и в группе больных, получавших плацебо — ЭМИ ММД на фоне комбинированной антигипертензивной терапии, и в контрольной(получавших только медикаментозную терапию), были схожими и составили в среднем по группе: L-ДОФА 24,42 ± 1,24 и 23,64 ± 1,31, дофамин 188,81 ± 12,45 и 194,67 ± 12,05, норадреналин 8,86 ± 1,05 и 9,26 ± 1,27, адреналин 4,28 ± ±0,86 и 4,12 ± 0,84 мкг/сут соответственно. При проведении исследования, изменений в суточной экскреции катехоламинов практически не было, отмечалась тенденция к повышению уровня дофамина и норадреналина, в большей мере — в группе плацебо: 192,22 ± 10,04 и 8,92 ± 0,98 мкг/сут соответственно, но показатели не являются статистически достоверными. Следует отметить, что уровень суточной экскреции катехоламинов у больных гипертонической болезнью ниже, чем у здоровых лиц — доноров.

Исходный уровень катехоламинов и L-ДОФА в крови у больных 2- и 3-й групп сопоставим с таковыми показателями в 1-й группе, но статистически достоверных изменений концентраций у больных 2- и 3-й групп до и после первого, пятого и десятого дня исследования не произошло, хотя имелась тенденция к нарастанию L-ДОФА, дофамина и норадреналина в обеих группах к концу исследования.

Были определены концентрации катехоламинов в крови доноров для сравнения полученных результатов в 1-, 2- и 3-й группах. Они составили: L-ДОФА 0,412 ± 0,045, дофамин 0,218 ± 0,086, норадреналин 0,724 ± 0,104, адреналин 0,232 ± ±0,108 мкг/л.

Полученные нами в результате исследования данные позволяют сделать некоторые предположения о воздействии ЭМИ ММД на состояние организма:

- ✓ ЭМИ ММД воздействует путем изменения обмена катехоламинов и других медиаторов;
- ✓ действие это адаптивно, так как САС реагирует на раздражитель адекватно (повышается экскреция катехоламинов и их предшественника — L-ДОФА, в подгруппе с изначально пониженной экскрецией норадреналина, сопровождающаяся снижением уровня катехоламинов крови — снижением симпатотонии, кроме того, в подгруппе с преобладанием тонуса симпатической нервной системы отмечается снижение концентрации L-ДОФА, дофамина и норадреналина в крови с одновременным сни-

жением суточной экскреции катехоламинов до уровня "нормальных" значений);

✓ возрастают резервные возможности САС (отмечается повышение экскреции норадреналина у большинства (70 %) больных);

✓ изменение обмена катехоламинов у 70 % больных идет по пути усиления синтеза норадреналина и адреналина, соответственно, "гомеостаза" и "аварийного" по Кэннону;

✓ улучшение церебрального кровотока с уменьшением степени асимметрии приводит к понижению пределов ауторегуляции системного АД.

По данным литературы, чрезмерное повышение уровня дофамина предрасполагает к возникновению острого нарушения мозгового кровообращения. В нашем исследовании отмечается снижение уровня дофамина в крови у больных гипертонической болезнью под воздействием ММ-терапии до условно нормальных значений, что позволяет предположить превентивное действие ЭМИ ММД в отношении ОНМК у больных гипертонической болезнью.

Выводы

1. На фоне применения ЭМИ ММД у больных гипертонической болезнью с исходно низким уровнем экскреции катехоламинов отмечается увеличение экскреции L-ДОФА на 11 %, дофамина на 63 %, норадреналина на 140 %, адреналина на 80 % на фоне снижения их содержания в крови.



2. Под влиянием ЭМИ ММД у больных гипертонической болезнью с исходно нормальным или повышенным уровнем экскреции катехоламинов наблюдалось снижение экскреции дофамина на 8 %, норадреналина на 10 %, адреналина на 14 %, на фоне снижения в крови уровня дофамина на 70 %, повышения уровня норадреналина на 90 %, адреналина на 4 %.

3. Применение ЭМИ ММД у больных гипертонической болезнью оказывает корригирующее влияние на обмен катехоламинов — интегрирующего звена САС, а изменение состояния ее активности является адаптивным.

4. Электромагнитное излучение миллиметрового диапазона является безопасным и клинически эффективным методом лечения гипертонической болезни, позволяющим повысить эффективность медикаментозной терапии, уменьшить дозы принимаемых гипотензивных препаратов и, тем самым, возможно, снизить риск развития сосудистых осложнений.

Литература

1. *Арабидзе Г.Г.* Тактика лечения больных с мягкой артериальной гипертонией. — Русский медицинский журнал, 1996, №2, с.80.

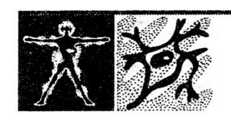
2. *Белоусов Ю.Б., Ахадов Ш.В., Леонова М.В.* и др. Гипотензивная эффективность различных форм нифедипина у больных со стабильной артериальной гипертонией. — Кардиология, 1995, т.35, № 1, с.33–36.

3. *Гогин Е.Е.* Гипертоническая болезнь. — М.: Медицинский центр УД Президента РФ, 1997.

4. *Какорин С.В.* Нефармакологические методы лечения больных гипертонической болезнью. — Кардиология, 1993, т.33, №3, с.84–89.

5. *Лебедева А.Ю.* Патогенетические механизмы применения миллиметровой терапии у больных нестабильной стенокардией. Дисс...канд. мед. наук. — М., 1996.

6. *Арзуманов Ю.Л.* Отчет о рабочем совещании "Применение миллиметровых волн низкой интенсивности в медицине". — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1993, №1, с.69–77.



Экспериментально-клиническое обоснование применения КВЧ-терапии в клинике легочных заболеваний

Л.Е.Гедымин, А.Г.Хоменко, Л.Н.Новикова, М.Б.Голант

Центральный НИИ туберкулеза РАМН, Москва

Применение ЭМИ КВЧ в лечении туберкулеза

Результаты экспериментов по влиянию ЭМИ КВЧ на туберкулезное воспаление. Во второй половине 80-х годов в Центральном НИИ туберкулеза РАМН началось интенсивное изучение КВЧ-воздействия на больных с различными поражениями органов дыхания. В первую очередь были поставлены эксперименты по исследованию влияния ММ-волн на туберкулезное воспаление у чувствительных к этому заболеванию животных (мышей линии СВА).

Первые работы в этом направлении носили поисковый характер, поскольку таких исследований в мировой практике еще не было, и нам пришлось варьировать в выборе длины волны, экспозиции, зоне воздействия. В результате экспериментов была выбрана рабочая длина волны — 7,1 мм, экспозиция — 40 мин, зона воздействия — шейно-грудной отдел позвоночника; сконструирована специальная пластиковая клетка, соответствующая размерам мыши (массой тела 20 г) с окном для волновода аппарата "Явь-1" на уровне ее шейно-грудного отдела.

Эксперимент был поставлен на 120 мышах линии СВА (каждая массой по 20 г). Всех мышей разделили на шесть групп (по 10 животных в каждой): I группа — мыши с естественным течением туберкулеза; II — мыши, зараженные туберкулезом, с воздействием ММ-волнами через неделю после заражения; III — через 2 недели; IV — через 3 недели; V — мыши, леченные стрептомицином и тубазидом в течение 3 месяцев; VI — аналогичные мыши, получавшие ЭМИ в сочетании с противотуберкулезными препаратами. Все группы удваивались для изучения воздействия ММ-излучения на двух длинах волн: $\lambda = 5,6$ мм и $\lambda = 7,1$ мм.

Заражение микобактериями (МБ) туберкулеза проводилось штаммом $H_{37}RV$ в хвостовую вену в дозе 0,025 мг в 0,2 мл физраствора. При данной дозе МБ заболевание у мышей линии СВА длится 4-5 недель, по истечении этого срока они погибают от генерализованного туберкулеза. Поэтому во II, III и IV группах мы изучили влияние КВЧ-терапии через 1,2 и 3 недели после заражения для анализа морфологических изменений, которые развиваются на момент начала КВЧ-воздействия, в органах.

Сеансы проводили на протяжении 5 дней ежедневно. Продолжительность эксперимента составила 36 дней (у мышей I — IV групп) и 3 месяца (у мышей V, VI групп). Животных выводили из опыта декапитацией в условиях эфирного наркоза. Часть мышей лечили стрептомицином внутримышечно в дозе 20 мг/кг, тубазидом через рот по 10 мг/кг в сутки. Из легких, печени и селезенки готовили мазки-отпечатки, которые окрашивали по Романовскому — Гимза для изучения клеточного состава, а также по Цилю — Нильсену для обнаружения МБ туберкулеза. Из кусочков тех же органов готовили гистологические срезы, которые окрашивали гематоксилином и эозином.

При гистологическом изучении органов мышей, зараженных туберкулезом с естественным течением заболевания (I группа), через 36 дней в легких обнаружены крупные участки сливной пневмонии с отеком окружающей ткани, с включением в инфильтраты эпителиоидно-макрофагальных и лимфоидных скоплений, с нейтрофильной реакцией и участками микронекрозов. Многие макрофаги были в состоянии дистрофии. В печени и селезенке выявилось множество эпителиоидных очагов, в селезенке — с казеозом в центре; фолликулярная структура ее частично была нарушена, ткань обеднена лимфоцитами. В мазках-отпечатках органов определялось множество МБ, многие микобактериальные особи располагались внеклеточно, и только часть из них обнаружена в цитоплазме макрофагов.

У мышей III и IV групп, которым ММ-волны ($\lambda = 7,1$ мм) применяли на 2-й — 3-й неделе после заражения, морфологическая картина мало отличалась от контроля, за исключением значительно большей пролиферации лимфоцитов и макрофагов с инфильтрацией ими легочной ткани. У мыщей II группы, которым КВЧ-терапия началась на первой неделе после заражения, морфология воспаления

значительно отличалась от контроля. Отмечена большая воздушность легочной ткани, очаги поражения были мельче и в меньшем количестве. Они были представлены лимфоцитами, расположенными по ходу лимфатических путей, с перифокальной реакцией в виде многочисленных крупных альвеолярных макрофагов, заполняющих просветы альвеол. Микобактерии туберкулеза обнаруживались в большом количестве, но в отличие от контроля — только в цитоплазме макрофагов.

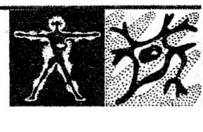
У мышей, получавших ЭМИ на $\lambda = 5{,}6$ мм во II — IV группах, изменения мало отличались от контроля, поэтому в V и VI группах мы использовали только ЭМИ на $\lambda = 7{,}1$ мм.

Через месяц после заражения у мышей V группы наблюдалось рассасывание воспаления во всех органах. В легких очагов стало меньше и они были более ограниченными. В VI группе к первому месяцу терапии отмечена резко выраженная инфильтрация легочной ткани лимфоцитами и макрофагами, которые пролиферировали и густо заселяли пораженные органы. Появилось множество альвеолярных макрофагов со светлой крупнопенистой цитоплазмой, содержащей многочисленные МБ туберкулеза и их измененные формы, и не выявлялось внеклеточно расположенных особей МБ.

Через 3 месяца терапии в легких, печени и селезенке туберкулезных очагов почти не обнаружено, МБ туберкулеза не определялись. Восстановилась структура пораженных органов, тогда как в контроле немногочисленные, преимущественно суб-плеврально расположенные очаги выявлялись в легких и печени; МБ туберкулеза не обнаруживались и в цитоплазме макрофагов.

Таким образом, при экспериментальном исследовании мы наблюдали положительное влияние ЭМИ на течение туберкулезного процесса — очаги рассасывались быстрее и полноценнее. Нами установлено: чем раньше начиналась КВЧ-терапия при одновременно проводимом специфическом лечении, тем эффективнее были результаты.

Дальнейшие экспериментальные исследования при туберкулезе касались изучения непереносимости антибактериальных препаратов (АБП), используемых в практике фтизиатрии. Необходимость постановки такого эксперимента была продиктована клиникой, поскольку больные туберкулезом вынуждены длительно лечиться тремя-четырьмя АБП. У 2/3 больных через 2 и более месяцев появлялась непереносимость различных препаратов, что крайне затрудняло адекватное лечение. В первую очередь реагировала печень, что проявлялось измененными функциональными пробами. Поэтому следующий наш эксперимент предполагал изучение морфофункционального состояния печени при воздействии ЭМИ.



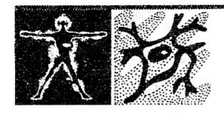
В эксперименте на 90 мышах линии СВА массой 20—22 г изучено действие различных доз противотуберкулезного препарата (изониазида): 2 мг/кг (терапевтическая доза), 4 и 10 мг/кг. Всех животных разделили поровну на опытные и контрольные группы соответственно дозам препарата. Изониазид вводили per os ежедневно. Через 1,5 и 3 месяца от начала эксперимента в условиях эфирного наркоза мышей выводили из опыта и изучали печень гистологическими и цитологическими методами. Одновременно определяли функцию печени по активности ферментов крови: АЛТ (аланинтрансферазы) и АСТ (аспартаттрансферазы).

У мышей, получавших изониазид в дозе 2 мг/кг, через 1,5 месяца в печени наблюдались дистрофические изменения в клетках паренхимы и стромы, преимущественно в зоне портального тракта. Цитоплазма клеток становилась светлой, глыбчатой, со стертыми контурами, признаками внутриклеточного отека. Отмечались и микронекрозы отдельных клеточных групп — цитоплазма распадалась, ядра теряли хроматин и лизировались. Одновременно отмечены и компенсаторные реакции гепатоцитов. Появились клетки с более темной цитоплазмой, крупными, гиперхромными ядрами — высокоактивные клетки.

У мышей опытной группы, получавших изониазид и ЭМИ (ежедневно на шейный отдел позвоночника в течение 40 мин, длина волны $\lambda = 7{,}1$ мм), в печени (по сравнению с контролем) отмечено меньше дистрофических и некротических изменений, в клетках преобладали компенсаторные реакции.

В этот срок показатели АЛТ и АСТ в контроле превышали норму ($0{,}845 \pm 0{,}041$ и $0{,}977 \pm \pm 0{,}0977$ ммоль/лч; $P < 0{,}001$; норма для АЛТ — $0{,}572 \pm 0{,}028$, для АСТ — $0{,}627 \pm 0{,}026$), в опытной группе они не отличались от показателей интактных мышей: АЛТ — $0{,}665 \pm 0{,}039$, АСТ — $0{,}723 \pm \pm 0{,}035$; $P > 0{,}05$.

Через 3 месяца введения изониазида морфологическая картина в печени контрольных и опытных животных напоминала соответствующие изменения предыдущего срока. Однако через 3 месяца в печени стали преобладать компенсаторные реакции в неповрежденных клетках, что отражалось снижением уровня ферментов крови: в контроле АЛТ — $0{,}473 \pm 0{,}023$, АСТ — $0{,}761 \pm 0{,}037$, $P < < 0{,}01$; в опыте АЛТ — $0{,}483 \pm 0{,}024$, $P < 0{,}05$ и АСТ — $0{,}624 \pm 0{,}031$, $P > 0{,}05$.



При использовании двойной дозы изониазида (4мг/кг) в контроле АЛТ и АСТ достигали наиболее высокого уровня через 1,5 месяца эксперимента (0,916 ± 0,045 и 1,01 ± 0,049, $P < 0,001$), а затем несколько снизились к концу 3-го месяца (0,699± ± 0,034, $P < 0,01$ и 0,831 ± 0,042, $P < <0,001$). В то же время у животных опытной группы, получавших ММ-терапию, через 1,5 месяца уровень ферментов был статистически достоверно ниже, чем в контроле (АЛТ — 0,711 ± 0,034 и АСТ — 0,81 ± ±0,39, $P < 0,01$). Через 3 месяца эти показатели у мышей опытной группы снизились еще в большей степени: АЛТ — 0,511 ± 0,025, $P < <0,001$ и АСТ — 0,674 ± 0,033, $P < 0,01$ (по сравнению с контролем) — и не отличались от нормы.

Доза 4 мг/кг для мышей оказалась токсичной и часть их в контроле погибла от дистрофических и некротических изменений в печени к 3-му месяцу. В опытной же группе все мыши дожили до конца эксперимента.

Доза изониазида 10 мг/кг явилась абсолютно смертельной для мышей обеих групп: контрольные животные погибли через несколько часов после однократного введения препарата, а 1/3 опытных мышей прожила еще 2 недели, а затем они были выведены из эксперимента. В печени наблюдались не только дистрофические изменения и обширные очаги некроза (как в контроле), но и наличие многочисленных клеток с крупными гиперхромными ядрами (явление компенсации).

Экспериментальными исследованиями установлено, что ЭМИ способствовало уменьшению развития дистрофических и некротических реакций в печени, стимулировало реакции компенсации в неповрежденных клетках, способствовало нормальному функционированию органа в целом и тем самым продлевало жизнь животных.

Обнадеживающие результаты экспериментов побудили нас использовать ЭМИ при лечении туберкулеза легких .

Влияние КВЧ-терапии на клиническое течение туберкулеза. В клиниках ЦНИИ туберкулеза РАМН 54 больным (25 мужчин и 29 женщин, возраст от 20 до 70 лет) с различными формами туберкулеза легких к основному курсу химиотерапии тремя-четырьмя противотуберкулезными препаратами (изониазид, рифампицин, пиразинамид, канамицин) на разных этапах лечения был присоединен курс КВЧ-терапии.

Воздействие ЭМИ осуществлялось на проекцию вилочковой железы с помощью аппарата "Явь-1". Длины волн ММ-излучения — $\lambda = 5,6$ мм и $\lambda = 7,1$ мм, продолжительность — 60 мин ежедневно по 10 процедур на курс.

До и после применения ЭМИ проводилась оценка клинической эффективности на протяжении 6 месяцев с определением сроков прекращения бактериовыделения, рассасывания инфильтрации и закрытия каверн. Исследовался иммунологический статус (РБТ с ППД и ИФА, РОК, специфические антигены и антитела в крови), функция внешнего дыхания и состояние легочного кровотока радионуклеидным методом с МАА-Тс-99m.

При оценке эффективности лечения по трем клиническим параметрам (срок рассасывания инфильтрации, прекращение бактериовыделения и закрытие каверн) было установлено, что среди больных, лечившихся химиопрепаратами в сочетании с ЭМИ, рассасывание инфильтрации в легких происходило в первые 2—3 недели после начала использования ЭМИ (таблица).

Следующий этап работы — изучение действия ЭМП низкой интенсивности на явление непереносимости противотуберкулезных препаратов в клинике. Проанализировано течение туберкулеза легких у 136 больных в возрасте 20—70 лет с деструк-

Таблица. ***Эффективность лечения больных основной и контрольной групп***

Группы	Число больных	Рассасывание инфильтрации				Закрытие каверн				
		14 дней	3 недели	1 месяц	более 2 месяц	до 1 месяц	2 месяц	3 месяц	4 месяц	6 месяц
Основная	54	(n - 54)				(n - 33)				
		38	15	1	–	–	4	12	13	4
Контрольная	20	(n - 20)				(n - 20)				
		–	–	14	6	–	–	–	10	10

тивными формами, среди которых преобладали мужчины в возрасте 40–50 лет.

В основу клинического наблюдения были положены данные динамического клинико-рентгенологического и лабораторного исследований.

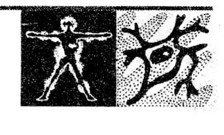
I группу составили 86 больных, получавших комплексное лечение – АБП и сеансы ЭМИ-терапии; II группа – 50 больных, леченных тремя-четырьмя АБП (изониазидом, стрептомицином, рифампицином, пиразиномидом и др.) в терапевтических дозах. Лекарственную непереносимость диагностировали по клиническим и лабораторным данным, изменявшимся в процессе химиотерапии: появлению пирогенных реакций на введение химиопрепаратов, нейросенсорных расстройств, крапивницы, зуда кожных покровов, отека Квинке, эозинофилии крови, нарастанию отклонений от нормальных показателей печеночных проб. Побочные действия на введение АБП отмечены нами у 2/3 больных I и II групп.

Больные I группы с развившейся непереносимостью (до ЭМИ-терапии) продолжали получать те же препараты, но одновременно им назначили ММ-терапию аппаратом "Явь-1" в течение 10 дней (длина волны λ = 5,6 мм или 7,1 мм, продолжительность сеанса 40–60 мин, воздействие на область проекции вилочковой железы на грудине).

Отмечено нейротоксическое действие изониазида, наблюдаемое у 17 % больных, в ходе лечения, появилась избыточная эозинофилия крови, которая также снизилась до нормальных цифр после воздействия ЭМИ. Исчезали также пирогенные реакции на введение рифампицина после применения ММ-волн. На 3-м – 4-м месяце лечения АБП более чем у половины больных ухудшались показатели функции печени. У всех больных, применявших ММ-терапию, показатели нормализовались.

Экспериментальные и клинические исследования при туберкулезе показали, что электромагнитные волны низкой интенсивности оказывали нормализующее действие на многие клинические параметры: форменные элементы крови, соотношение плазменных белков крови, стимулировали пролиферацию лимфоцитов в органах иммуногенеза, а макрофаги в костном мозге, которые затем интенсивно заселяли органы, пораженные туберкулезом (главным образом, легкие), нормализовали функцию внешнего дыхания и регионарный кровоток в легких, способствовали восстановлению гомеостаза при хроническом инфекционном заболевании, каким является туберкулез.

Мобилизация иммунной системы при туберкулезе, которая осуществляется под влиянием ЭМИ, наиболее важна для борьбы макроорганизма с инфекционным агентом – МБ туберкулеза.



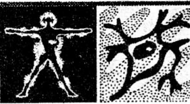
В результате экспериментального и клинического изучения влияния ММ-волн на течение туберкулеза были сделаны следующие выводы:

- ✓ применение ЭМИ в комплексной терапии больных с различными формами туберкулеза позволило добиться более быстрого рассасывания инфильтративных изменений и сокращений сроков закрытия полостей распада в легких;
- ✓ по данным экспериментальных исследований, обнаружено, что ММ-волны вызывали значительную пролиферацию лимфоцитов и макрофагов в органах иммуногенеза с массивной инфильтрацией ими пораженных органов, в том числе и легких;
- ✓ гистологическими и цитологическими исследованиями установлено, что после КВЧ-терапии возрастала функциональная активность фагоцитирующих клеток (альвеолярных макрофагов), обеспечивающих быстрое освобождение организма от МБ туберкулеза;
- ✓ под влиянием сочетанной с ММ-волнами противотуберкулезной терапии укорачивались сроки рассасывания туберкулезных очагов в легких, печени и селезенке у экспериментальных животных.

Клинико-экспериментальное исследование показало, что ММ-волны обладают протективным свойством по отношению к токсическому действию химиопрепаратов, необходимых для лечения туберкулезных больных и являются тем новым средством, которое устраняет побочные реакции противотуберкулезных препаратов, способствует успешному проведению адекватной терапии.

Применение ЭМИ КВЧ в лечении саркоидоза. Нами изучено также влияние ЭМИ на течение саркоидоза легких и внутригрудных лимфатических узлов (ВГЛУ) в клинике и эксперименте (соавт. Н.К.Ананьева, Л.В.Озерова, К.М.Бугрова).

Саркоидоз легких, относящийся к группе гранулематозных поражений, является системным заболеванием с поражением различных органов и тканей, таких как лимфатические узлы, легкие, кожа, печень, селезенка, желудочно-кишечный тракт, слюнные и эндокринные железы, центральная и периферическая нервная система и других, т.е. нет ни одного органа, который не поражался бы саркоидозом. Если саркоидоз одних органов не вызывает значительных нарушений их функции, то специфические эпителиоидно-клеточные гранулемы, локализуясь, например, в зоне проводящей системы сердца или жизненно важных центров головного мозга, могут вызывать тяжелые кли-



нические проявления, приводящие больного к смерти.

Течение этого заболевания часто длительное, с многочисленными рецидивами. Лечение его также продолжительное, требующее, как правило, неоднократной кортикостероидной терапии.

Этиология саркоидоза остается еще до конца не раскрытой, хотя в литературе имеются работы, указывающие на его инфекционное происхождение (атипичные или измененные МБ туберкулеза, в том числе L-формы или зернистые формы, вакцина БЦЖ). Несмотря на отсутствие точно установленного этиологического фактора саркоидоза, патогенез его хорошо изучен, а методы лечения, в том числе немедикаментозные, не всегда эффективны. В основном это массивная кортикостероидная терапия, сочетающаяся с витамино- и антиоксидантной терапией, с применением иммунокорректоров типа Т-активина и плазмаферезом. Поэтому поиск новых эффективных средств лечения этого гранулематоза является одной из актуальных проблем современной клиники саркоидоза.

Влияние КВЧ-терапии на течение саркоидоза в эксперименте. Эксперимент поставлен на 20 морских свинках массой 250 г, которым вводили внутривенно зернистые формы МБ в дозе 2 000 000 микробных тел, полученные из мокроты, крови или бронхоальвеолярного смыва больных саркоидозом органов дыхания.

I группу составили 10 морских свинок без какого-либо воздействия; II группу — также 10 животных, которые получали ежедневно ММ-волны (λ = 7,1 мм) на шейный отдел позвоночника при продолжительности сеанса 40 мин (всего 10 процедур). Воздействие начинали через месяц после введения зернистых форм МБ. Животных выводили из опыта через 1 и 2 месяца от начала применения ММ-волн (т.е. 2 и 3 месяца патологического процесса) декапитацией в условиях эфирного наркоза. Из легких, печени и селезенки готовили гистологические препараты, окрашивали их гематоксилином и эозином, ставили реакцию Перлса на железо, а мазки-отпечатки органов окрашивали по Романовскому – Гимза и по Цилю – Нильсена для выявления зернистых форм МБ.

При гистологическом изучении органов 20 морских свинок с воспроизведенным гранулематозом, подвергшихся КВЧ-терапии, была отмечена отчетливая динамика воспаления, которая наблюдалась при морфологическом исследовании биоптатов легких и лимфатических узлов больных до и после КВЧ-терапии. У вновь выявленных больных с активным процессом гранулематоз характеризовался мелкими гранулемами с плотно упакованными эпителиоидными клетками. После серии КВЧ-процедур морфология воспаления менялась. Гранулемы становились более рыхлыми с дистрофией эпителиоидов, с тенденцией к рассасыванию.

Аналогичная картина отмечена нами у морских свинок. Так, к 3 месяцам наблюдения у животных I (контрольной) группы в легких, печени и селезенке обнаруживались многочисленные, нередко сливные гранулемы с плотно упакованными клеточными элементами. Фагоцитарная активность макрофагов была снижена.

У морских свинок II (опытной) группы уже через месяц воздействия ЭМИ отмечено значительное повышение фагоцитоза макрофагами, которые захватывали различные частицы, разрушенные клетки, многочисленные обломки эритроцитов, несущих, как известно, на своей поверхности антигены, в том числе, вероятно, и саркоидозные.

Через 3 месяца после заражения в опытной группе животных типичные гранулемы уже не определялись, а обнаруживались только массивные поля лимфоидных и макрофагальных скоплений.

Влияние КВЧ-терапии на клиническое течение соркоидоза. Изучены клинико-рентгенологические показатели, исследован иммунологический статус (РБТ с ППД и ФГА, ИФА для АТ, РОК), проведено радионуклидное исследование с Тс-99m у больных саркоидозом ВГЛУ и легких в возрасте от 18 до 60 лет (26 мужчин, 34 женщины). I группу составили 32 человека с впервые выявленным заболеванием, лечение которых осуществлялось только ЭМИ без применения кортикостероидных препаратов; II группу (28 человек) – больные с рецидивирующим течением процесса. В данной группе ММ-терапия сочеталась с использованием небольших доз кортикостероидов (10 – 15 мг через день).

У всех больных диагноз саркоидоза был подтвержден гистологическим исследованием биоптатов легких, взятых при бронхоскопии, или периферических лимфатических узлов; у 2 больных биоптаты изучены после 10 сеансов ММ-терапии.

При лечении больных саркоидозом ММ-волнами все больные хорошо переносили сеансы ЭМИ и отмечали повышение общего тонуса, побочных реакций у них не наблюдалось. Рентгенологическое обследование проведено до КВЧ-терапии, после 10 процедур и после окончания курса лечения, а затем через 1 – 2 месяца.

После курса лечения (20 процедур) у 81 % (26) больных рентгенологически отмечалось выраженное рассасывание паренхиматозно-интерстициаль-

ной инфильтрации, теней гранулем, уменьшение симптомов альвеолита, интерстициального отека, реакции плевральных оболочек. До 0,5 первоначального размера уменьшались внутригрудные лимфатические узлы. У остальных 19 % (6 больных) через месяц наблюдения имела место стабилизация процесса.

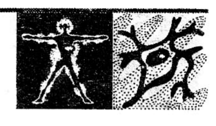
Во II группе больных с рецидивирующим течением саркоидоза ВГЛУ и легких ММ-терапия сочеталась с приемом малых доз кортикостероидов (10 – 15 мг через день). Положительная динамика к концу 2 месяца лечения прослеживалась у 73 % больных, стабилизация процесса — у 27 % больных. После повторного курса ММ-терапии у них был достигнут положительный эффект от применения комплексной терапии.

Таким образом, анализ полученных результатов убедительно показал положительное влияние ЭМИ на течение саркоидоза ВГЛУ и легких, как у впервые выявленных больных, так и при рецидивирующем течении. Экспериментальные исследования дополнили наши клинические наблюдения, касающиеся динамики гранулематозного процесса.

Анализируя полученные данные по изучению саркоидоза, мы пришли к выводу, что при этом заболевании, так же как и при туберкулезе, важным моментом успешного применения ЭМИ является правильный подбор адекватной длины волны, определяемой *in vitro* по НСТ-тесту или методом хемилюминесценции.

Под влиянием ММ-волн мы наблюдали значительную активацию фагоцитарной функции макрофагов как в зоне гранулематозного поражения, так и в отдаленных участках легких, и в крови, т.е. стимуляция функциональной активности иммунокомпетентных клеток была универсальной.

Обычно при активном саркоидозе фагоцитарная активность макрофагов снижена и рассасывание эпителиоидно-клеточных гранулем замедлено. При заживлении гранулемы чаще не рассасываются, а фиброзируются, приводя к развитию диффузного фиброза легочной ткани. Активация функции макрофагов под воздействием ЭМИ повышала их функциональную активность уже на ранних этапах воспаления, способствуя не фиброзированию, а рассасыванию гранулем, что очень важно для полноценного восстановления функции легочной ткани. В этом направлении ЭМИ действует как фактор, предупреждающий развитие избыточного фиброза в легких, т.е. заживление оказывается более полноценным без потери дыхательной функции. Активацией функции макрофагов мы объясняем также быстрое и эффективное освобождение организма от циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), их фагоцитоз макрофагами, содержание которых снижалось у 87 – 91 % больных после ММ-терапии. Этот важный фактор объясняет восстановление кровотока в легких у многих больных. Известно, что уменьшение количества ЦИК в крови предупреждает повреждение макрососудов многих органов, в том числе и почек.



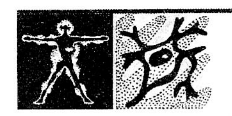
При традиционном методе лечения обычно первые положительные сдвиги можно наблюдать не ранее одного месяца терапии. При воздействии ЭМИ рентгенологически уже через 10 дней отмечалось уменьшение теней гранулем в легких и сокращение размеров ВГЛУ до половины исходной величины, а через 1 – 2 месяца терапии больного выписывали из стационара на амбулаторное лечение с хорошим клиническим эффектом.

Очень важным моментом при ММ-терапии является снижение дозы кортикостероидных препаратов до 10 – 15 мг через день или даже полной их отмены у 32 (из 60) больных с впервые выявленным саркоидозом.

В результате экпериментально-клинического исследования можно сделать следующие выводы:

- ✓ применение ЭМИ в комплексной терапии больных саркоидозом легких и ВГЛУ позволило добиться быстрого рассасывания гранулематозных изменений в пораженных тканях и сократить сроки пребывания больных в стационаре;
- ✓ установлено, что при саркоидозе положительная рентгенологическая динамика отмечена у 81 % больных с впервые выявленным и у 73 % с рецидивирующим течением заболевания после 20 сеансов ММ-терапии;
- ✓ в эксперименте на 20 морских свинках установлено, что после ММ-воздействия наблюдалось более быстрое рассасывание гранулематозного воспаления в легких, выраженная пролиферация иммунокомпетентных клеток — макрофагов и лимфоцитов, возрастание фагоцитарной активности макрофагов.

Таким образом, клинико-экспериментальное изучение ЭМИ низкой интенсивности при туберкулезе и саркоидозе органов дыхания показало, что открыто новое направление в медицине и, в частности, во фтизиатрии и пульмонологии.



Влияние миллиметровой терапии на нарушения локальной сократимости у больных острым инфарктом миокарда с эпизодами безболевой ишемии миокарда

В.А.Люсов, Н.А.Волов, Р.М.Гафурова, Б.Д.Богунович, И.Г.Гордеев, О.Ю.Шайдюк

Кафедра госпитальной терапии №1 л/ф РГМУ

Прогноз жизни у больных, перенесших инфаркт миокарда (ИМ), остается неблагоприятным. Летальность только в первый год заболевания составляет 10 – 20 %. Основными факторами, определяющими прогноз, считаются: выраженность функции левого желудочка (ЛЖ), степень поражения коронарных артерий, наличие индуцируемой ишемии, желудочковые нарушения ритма [1]. Достаточно сложную задачу представляет выявление у данной категории больных сохраняющейся ишемии миокарда, которая может и не сопровождаться стенокардией и ее эквивалентами.

Еще в 40-е годы были описаны "ишемические" изменения ЭКГ при нагрузочных пробах, не сопровождавшиеся болями или их эквивалентами [2]. В 80-е годы с помощью комплексного использования новых прямых (исследование перфузии миокарда) и непрямых (изучение метаболизма, гемодинамики и электрической активности миокарда) методов было установлено, что у больных с подтвержденным атеросклерозом коронарных артерий безболевое смещение сегмента *ST* определенной продолжительности, глубины и конфигурации действительно является признаком ишемии миокарда [3]. Безболевая ишемия миокарда (БИМ) – преходящее нарушение перфузии, метаболизма, функции или электрической активности миокарда, которое не сопровождается приступом стенокардии или его эквивалентами [4]. Этот вид ишемии миокарда является прогностически неблагоприятным фактором у больных со всеми формами ИБС, поскольку сопровождается снижением насосной функции сердца, нарушениями ритма (в 18 – 28 % случаев); риск внезапной смерти повышается в 5 – 6 раз [5].

В последнее десятилетие большинство исследователей склоняются к точке зрения, что патогенетические механизмы болевой и БИМ не имеют существенных различий [6]. Применяются разнообразные инструментальные методы выявления БИМ. Суточное мониторирование ЭКГ представляет собой наиболее доступный источник информации [7]. Выявление ишемии у лиц, перенесших ИМ, только по данным ЭКГ нередко затруднено в связи с наличием выраженных исходных ее изменений. Известно также, что от 30 до 70 % больных ИМ перед выпиской из стационара не могут выполнять нагрузочную пробу на тредмиле или велоэргометре.

Последние исследования показали, что наиболее ранним и чувствительным признаком ишемии миокарда являются локальные нарушения его сократимости. Поэтому в клинике все шире применяется нагрузочная эхо-кардиография (ЭХО КГ) [8]. В терапии болевой ишемии и БИМ наиболее эффективны нитраты, антагонисты кальция и *бета*-блокаторы. Но несмотря на широкий выбор средств лечения, пациенты с БИМ не проводят активной антиангинальной терапии в момент транзиторных ишемических атак, что, безусловно, может способствовать удлинению и усугублению гипоксических эпизодов, развитию некроза миокарда, появлению желудочковых фатальных аритмий [9]. Кроме того, многие лекарственные препараты не могут быть применены из-за своего побочного действия и наличия у пациентов сопутствующей патологии. Поэтому в последнее время явно возрос интерес к методам немедикаментозной терапии ИБС. В течение 15 лет в кардиологической практике успешно применяют электромагнитные волны миллиметрового (ММ) диапазона низкой частоты, так называемую ММ-терапию [10]. Однако существуют лишь единичные работы о влиянии ММ-волн на течение и прогноз безболевой ишемии, а также на нарушение инотропной функции миокарда, обусловленной нарушением его перфузии [11]. Поэтому целью нашего исследования стало изучение влияния ММ-терапии на нарушения локальной сократимости у больных ИМ с эпизодами БИМ.

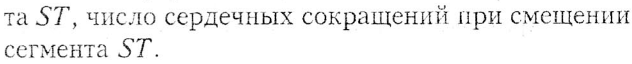
Материалы и методы

Обследовано 38 больных неосложненным *Q*-инфарктом миокарда на 9-е – 11-е сутки заболевания. Диагноз острого ИМ устанавливался на основании данных анамнеза заболевания, клинической картины, характерных изменений ЭКГ, ЭХО КГ,

уровня кардиоспецифических ферментов. Первичный ИМ наблюдался у 30 больных, повторный — у 7 больных. Стенокардией покоя или напряжения более 5 лет страдали 9 больных, от 1 года до 5 лет — 23, менее 1 года — 6 больных. Впервые болевой синдром развился у 6 больных. Прогрессирующая стенокардия имела место у 21 больного. В исследование включали только тех больных, у которых при исходном суточном мониторировании были выявлены эпизоды БИМ, при нагрузочной ЭХО КГ с добутамином — новые нарушения локальной сократимости миокарда на фоне нагрузки, не сопровождавшиеся ангинозными болями. Больных с ранней постинфарктной стенокардией, выраженной артериальной гипертонией, III или IV функциональным классом сердечной недостаточности по нью-йоркской классификации, мерцательной аритмией, атриовентрикулярной и внутрижелудочковыми блокадами в исследование не включали.

Основную группу составили 21 человек (5 женщин, 16 мужчин) в возрасте от 44 до 71 года. Воздействие осуществлялось на фоне традиционной терапии (антиангинальные препараты, антикоагулянты, дезагреганты) с 10-х — 12-х суток от начала заболевания аппаратом "Малыш-1" с длиной волны 7,1 мм на область правого плечевого сустава в течение 30 мин в режиме частотной модуляции по методике, предложенной И.В.Родштатом. Головка КВЧ-излучателя плотно фиксировалась на коже пациента с помощью фиксатора с липким слоем. Курс лечения состоял из 10 ежедневных процедур, облучение проводилось в первой половине дня.

Контрольную группу составили 16 больных (3 женщины, 13 мужчин) в возрасте от 44 до 69 лет. Процедуры проводились на фоне традиционной медикаментозной терапии, по той же методике, но в головку КВЧ-излучателя был вставлен защитный фильтр, не пропускающий ММ-волны. Отсутствие излучения на выходе головки излучателя контролировалось серийным индикатором ММ-излучения. До и после курса ММ-терапии осуществлялось суточное мониторирование ЭКГ, а также стресс-ЭХО КГ с добутамином. Суточное мониторирование ЭКГ проводилось с использованием отечественнного кардиокомплекса ИКАР и регистрацией модифицированных отведений $V1$ и $V5$. Критериями ишемии миокарда считали преходящее горизонтальное или косонисходящее снижение сегмента ST на 1,5 мм и более через 80 мс от точки j, а также его подъем на 2 мм и более, продолжительностью не менее 60 с. При этом оценивали: количество безболевых эпизодов ишемии миокарда,



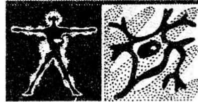
среднюю и общую длительности безболевых смещений сегмента ST, амплитуду смещений сегмента ST, число сердечных сокращений при смещении сегмента ST.

Ультразвуковые исследования осуществлялись на аппарате "Ultramark " (США) с помощью датчика 2,5 МГц. Стресс-ЭХО КГ проводилась на 10-е — 12-е сутки от начала заболевания через 24 ч после отмены β-блокаторов, которые являются конкурентными антагонистами добутамина. Локальная сократимость ЛЖ оценивалась из апикального доступа в двух- и четырехкамерной проекциях. Анализ локальной сократимости основывался на условном разделении ЛЖ на 16 сегментов. Пробу считали положительной при появлении объективных признаков ишемии миокарда (ишемические изменения сегмента ST при электрокардиографическом контроле, либо появление новых нарушений локальной сократимости миокарда или усугубление уже имеющихся нарушений сократимости не менее чем в двух сегментах). Сократимость каждого сегмента оценивалась по 4-балльной шкале: нормокинезия и гиперкинезия — 1, гипокинезия — 2, акинезия — 3, дискинезия — 4. Для каждого больного рассчитывался индекс нарушения локальной сократимости (ИНЛС), который являлся суммой баллов анализируемых сегментов, разделенной на общее их количество. Применялись стандартные методы вариационной статистики с определением достоверности различий по критерию Стьюдента. Значение $p < 0,05$ считалось достоверным.

Результаты исследования

Динамика показателей суточного мониторирования ЭКГ (СМЭКГ) у пациентов 1-й группы до и после лечения представлена в табл.1. Достоверно уменьшилось количество эпизодов БИМ на 48,3 % ($p < 0,001$). Частота сердечных сокращений во время эпизодов ишемии миокарда, амплитуда безболевого смещения сегмента ST, а также его средняя продолжительность достоверно не изменились. Общая продолжительность БИМ достоверно уменьшилась на 41,4 % ($p < 0,001$).

Динамика показателей СМЭКГ у пациентов 2-й группы до и после лечения представлена в табл.2. У этой группы больных выявлялись только безболевые эпизоды ишемии миокарда. Количество безболевых смещений сегмента ST, амплитуда смещения сегмента ST при безболевых эпизодах, средняя продолжительность, а также общая продолжительность безболевых эпизодов ишемии миокарда достоверно не изменились. Достоверно сни-



зилась на 4 % ($p < 0,05$) ЧСС при безболевых эпизодах.

Индекс нарушения локальной сократимости в покое в основной группе до

Табл.1. ***Показатели СМЭКГ у больных острым ИМ на фоне ММ-терапии ($M \pm m$) $n = 21$***

Показатели	До лечения	После лечения	p
Количество безболевых эпизодов	2,9 ± 0,51	1,5 ± 0,2	< 0,001
ЧСС при безболевых эпизодах	74,1 ± 3,08	76,2 ± 2,6	> 0,1
Амплитуда смещения сегмента ST при безболевых эпизодах, мм	1,9 ± 0,08	1,8 ± 0,05	> 0,05
Средняя длительность безболевых эпизодов, мин	16,2 ± 1,27	16,5 ± 1,16	> 0,1
Общая продолжительность безболевых эпизодов, мин	40,6 ± 6,12	23,8 ± 2,4	< 0,001

лечения составил 1,55 ± 0,07 и 1,16 ± 0,02 — после лечения ($p < 0,001$), при инфузии высоких доз добутамина (30—40 мкг/кг/мин) — 1,74 ± 0,08 — до лечения и 1,15 ± 0,02 после лечения ($p < 0,001$). В контрольной группе ИНЛС в покое до лечения составил 1,51 ± 0,08 и 1,46 ± 0,08 — после лечения ($p > 0,1$), при инфузии высоких доз добутамина 1,72 ± ± 0,09 — до лечения и 1,62 ± 0,09 — после лечения ($p < 0,05$).

Табл.2. ***Показатели СМЭКГ у больных острым ИМ на фоне курса процедур плацебо ($M \pm m$) $n = 16$***

Показатели	До лечения	После лечения	p
Количество безболевых эпизодов	2,1 ± 0,5	2,7 ± 0,44	< 0,1
ЧСС при безболевых эпизодах	74,7 ± 2,49	71,7 ± 1,83	> 0,05
Амплитуда смещения сегмента ST при безболевых эпизодах, мм	1,9 ± 0,12	2,0 ± 0,09	> 0,1
Средняя длительность безболевых эпизодов, мин	13,1 ± 1,49	13,7 ± 1,42	> 0,1
Общая продолжительность безболевых эпизодов, мин	35,6 ± 4,01	32,3 ± 4,04	< 0,1

Выводы

Миллиметровая терапия оказывает выраженный антиишемический эффект, уменьшая количество эпизодов безболевой ишемии, а также ее общую продолжительность у больных острым ИМ.

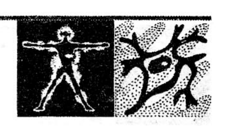
Миллиметровая терапия положительно влияет на нарушения локальной сократимости.

Терапия электромагнитными волнами ММ-диапазона является безопасным и клинически эффективным методом лечения ИМ.

Литература

1. *Чикваишвили Д.И., Блохин А.Б., Радо Ю., Руда М.Я.* Прогностическое значение "немой" ишемии после инфаркта миокарда. — Кардиология, 1991, №6, с.47—49.
2. *Сыркин А. Л., Дроздов Д. В.* Бессимптомная ишемия миокарда. — Кардиология, 1992, №№ 7—8, с.106—111.
3. *Кондратьев В.В., Кокурина Е.В., Бочкарёва Е. В.* Безболевая ишемия миокарда, современное состояние проблемы и клинически значимые аспекты ее развития. — Кардиология, 1997, т.37, №1, с.72—79.
4. *Vojacek J., Hammer J., Malek* I. et al. Vyskyt neme ischemie myokarduu nemochnychs vasospastickou as namahovou anginou pectoris. — Cas. Lek. Ces., 1988, v.127, №32, p. 969—972.
5. *Cohn P.*Silent myocardial ischemia and infarction. — Basel Marsel Dekker, 1989.
6. *Tzivoni D., Stern S.* Prognostic significance and therapeutic implications of silent myocardial ischemia. — Eur. Heart. J., 1990, v.11, p.288—293.
7. *Верткин А.Л., Жаров Е.И., Прохорович Е.А.* и др. Безболевая ишемия миокарда: патогенез, диагностика, лечение. — Кардиология, 1989, т.29, №4, с.118—122.
8. *Седов В.П., Алехин М.Н., Божьев А.*М. Стресс-эхокардиография с добутамином. — Кардиология, 1997, №7, с.96—103.
9. *Метелица В.И.* Медикаментозная вторичная профилактика ишемической болезни сердца: достижения, проблемы и перспективы. — Кардиология, 1989, №11, с.60—61.
10. *Лебедева А.Ю.* Применение электромагнитного излучения миллиметрового диапазона в комплексном лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы. — Сб. докл. 11-го Росс. симп. с межд. участием "Миллиметровые волны в медицине и биологии". — М.: ИРЭ АН ССР, 1997, с.16—17.
11. *Федулаев Ю.*Н. Эффективность раздельного и комбинированного применения лазерной и миллиметровой терапии у больных стенокардией напряжения I-III функциональных классов на догоспитальном этапе. — Автореф. дисс... канд. мед. наук.— М., 1996, с.32.

Применение КВЧ-терапии для лечения детей с первичным ночным энурезом



Е.Н.Туманянц, Н.А.Темурьянц, О.В.Хомякова, М.Н.Дерпак

Больница ст. Симферополь, Симферопольский государственный университет

Первичный ночной энурез (ПНЭ) представляет собой сложную психосоциальную проблему как для детей, так и для родителей. Это заболевание встречается у 10 – 15 % детей в возрасте от 5 до 12 лет и у части пациентов сохраняется во взрослом состоянии. У девочек энурез встречается чаще (63,3 %), чем у мальчиков (43,6 %) [1].

Несмотря на то, что существует достаточно много схем лечения (включающих эндокринологические, невропатологические и другие подходы), терапия данного заболевания встречает значительные трудности. Эти сложности во многом определяются неясностью этиологии и патогенеза заболевания, хотя исследования последних лет указывают на эндокринный и генетический компоненты в патогенезе заболевания. Общепринято, что важными факторами в развитии ПНЭ являются: незрелость нервной системы, замедленное индивидуальное развитие, ошибки воспитания, эмоциональные факторы, наследственная отягощенность [2].

Согласно современным данным, некоторые из указанных нарушений могут коррегироваться КВЧ-терапией. Однако этот метод, обладающий высокой терапевтической эффективностью при многих заболеваниях взрослых и детей [3], в лечении энуреза не применяется. Задачей настоящего исследования было изучение эффективности КВЧ-терапии в лечении ПНЭ.

Материал и методы исследования

Обследовано 111 пациентов (63 девочки и 48 мальчиков) с ПНЭ в возрасте от 8 до 12 лет. Всем пациентам до начала лечения провели полное обследование, включающее общеклинические и лабораторные исследования. Последние состояли из клинического анализа крови и мочи, биохимического анализа крови (биллирубин, общий белок, мочевина, креатинин). Учитывая то, что своеобразным компонентом эффективности ММ-терапии является оптимизация психоэмоционального статуса, исследовали также реактивную и личностную тревожность по Спилбергеру, краткосрочную память, внимание.

Миллиметровая терапия проводилась двумя способами: первая группа детей, включающая 20 девочек и 20 мальчиков, получала КВЧ-терапию с помощью аппарата "Явь-5,6", локализация воздействия – область лобка в течение 20 дней по 30 мин через день. Вторая группа детей, состоящая из 25 девочек и 21 мальчика, получала КВЧ-терапию с помощью аппарата "Луч-КВЧ" с одновременным воздействием на шесть точек. Длительность сеанса – 30 мин ежедневно, количество процедур – 20.

Третья группа (18 девочек и 7 мальчиков) наблюдалась в аналогичных условиях амбулаторного лечения, но не получали КВЧ-терапию.

Всем детям предъявляли одни и те же требования: опорожнение мочевого пузыря пред сном, запрет на прием жидкости до утра, нормальный питьевой режим в течение дня. Эффективность лечения оценивалась после курса лечения по четырем критериям:

- ✓ полное исчезновение "влажных ночей";
- ✓ уменьшение числа "влажных ночей" менее чем на 50 % от исходного;
- ✓ уменьшение числа "влажных ночей" более чем на 50 % от исходного;
- ✓ отсутствие эффекта.

После курса лечения вновь проводилось иследование психофизиологического статуса, клинико-лабораторные исследования.

Результаты исследования

Результаты исследования свидетельствуют о том, что КВЧ-терапия эффективна при ПНЭ, однако при применении различных терапевтических аппаратов она различна.

Так, у 60 % детей, получавших КВЧ-терапию с помощью аппарата "Явь-5,6", был получен отличный терапевтический эффект, т.е. полное исчезно-




вение "влажных ночей", у 11 % их число уменьшалось более чем на 50 %; у третьей группы детей терапевтического эффекта не выявлено.

На фоне проводимого лечения наблюдалось улучшение психоэмоционального статуса: уменьшалась реактивная тревожность, улучшались внимание, краткосрочная память. Эти изменения были лучше выражены у детей, получавших КВЧ-терапию с помощью "Луч-КВЧ" (таблица).

На фоне лечения не отмечалось каких-либо значительных отклонений в клиническом статусе детей и в биохимических показателях сыворотки крови.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют об эффективности КВЧ-терапии при лечении ПНЭ. Применение аппарата "Луч-КВЧ" эффективнее, чем "Явь-5,6".

Таблица. ***Изменение психофизиологических показателей у детей с ПНЭ в процессе КВЧ-терапии***

Исследуемые показатели	"Явь-5,6"		"Луч-КВЧ"	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Внимание (с)	55,6 + 6,8	45,6 + 3,7*	45,0 + 0,1	32,0 + 0,7*
Память (балл.)	7,8 + 0,8	8,8 + 0,7**	5,8 + 0,3	8,8 + 0,3**
Реактивная тревожность (баллы)	30,4 + 2,6	27,06 + 3,1	30,8 + 1,0	22,6 + 0,9
Личностная тревожность (баллы)	40,6 + 4,9	35,7 + 3,7	39,0 + 1,4	32,0 + 1,9

* — $p < 0{,}05$
** — $p < 0{,}01$

Литература

1. *Папаян А.В.* Детская нефрология. — СПб, 1997, с.386.
2. *Студеникин М.Я., Петеркова В.А., Фофанова О.В.* и др. Эффективность десмопрессина (adiuretin-SD) в лечении детей с первичным ночным энурезом. — Педиатрия, 1997, №4, с.140–143.
3. *Арзуманов Ю.Л., Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Лебедева Н.Н.* Применение ММ-волн в клинической медицине (последние достижения) — 11 Росс. симпоз. с межд. участием "ММ-волны в медицине и биологии", — М., 1997, с.9–13.

ВНИМАНИЕ!

В статье Ю.П.Чуковой "Изотермические процессы взаимодействия электромагнитного поля с биообъектами". Часть 11. Сопоставление теории с экспериментом ("Миллиметровые волны в биологии и медицине", 1996, ноябрь №8, с.48–61) допущен целый ряд опечаток:

- ✓ В списке обозначений (с.61) КПД преобразования энергии поглощенного электромагнитного излучения в свободную энергию Гельмгольца **ошибочно обозначен** $\hbar_э$ (правильно $\eta_э$), а термодинамический предел преобразования энергии поглощенного электромагнитного излучения в свободную энергию Гельмгольца **ошибочно обозначен** $\hbar_э^*$ (правильно $\eta_э^*$). Эти две опечатки проходят через весь текст статьи, хотя в формулах и на рисунках использованы правильные обозначения $\eta_э$ и $\eta_э^*$.
- ✓ В списке обозначений правильно обозначено изменение свободной энергии Гельмгольца ΔF, так же как и в формуле (33), но в тексте на с.53 эта величина ошибочно обозначена DF в правом столбце на строках 5 и 12 снизу.
- ✓ В списке обозначений правильно обозначена спектральная плотность мощности поглощенного излучения E_ν. Однако на с.49 в левом столбце 13 строки допущена опечатка (E_n).
- ✓ Не помещены две таблицы, упоминавшиеся в тексте: таблица 1 (Спектральная плотность потока солнечного излучения...) и таблица 2 (Диссипативные функции различных систем и процессов):

Табл.1. ***Спектральная плотность потока солнечного излучения*** E_ν ***(Дж/см²) в некоторых граничных точках***

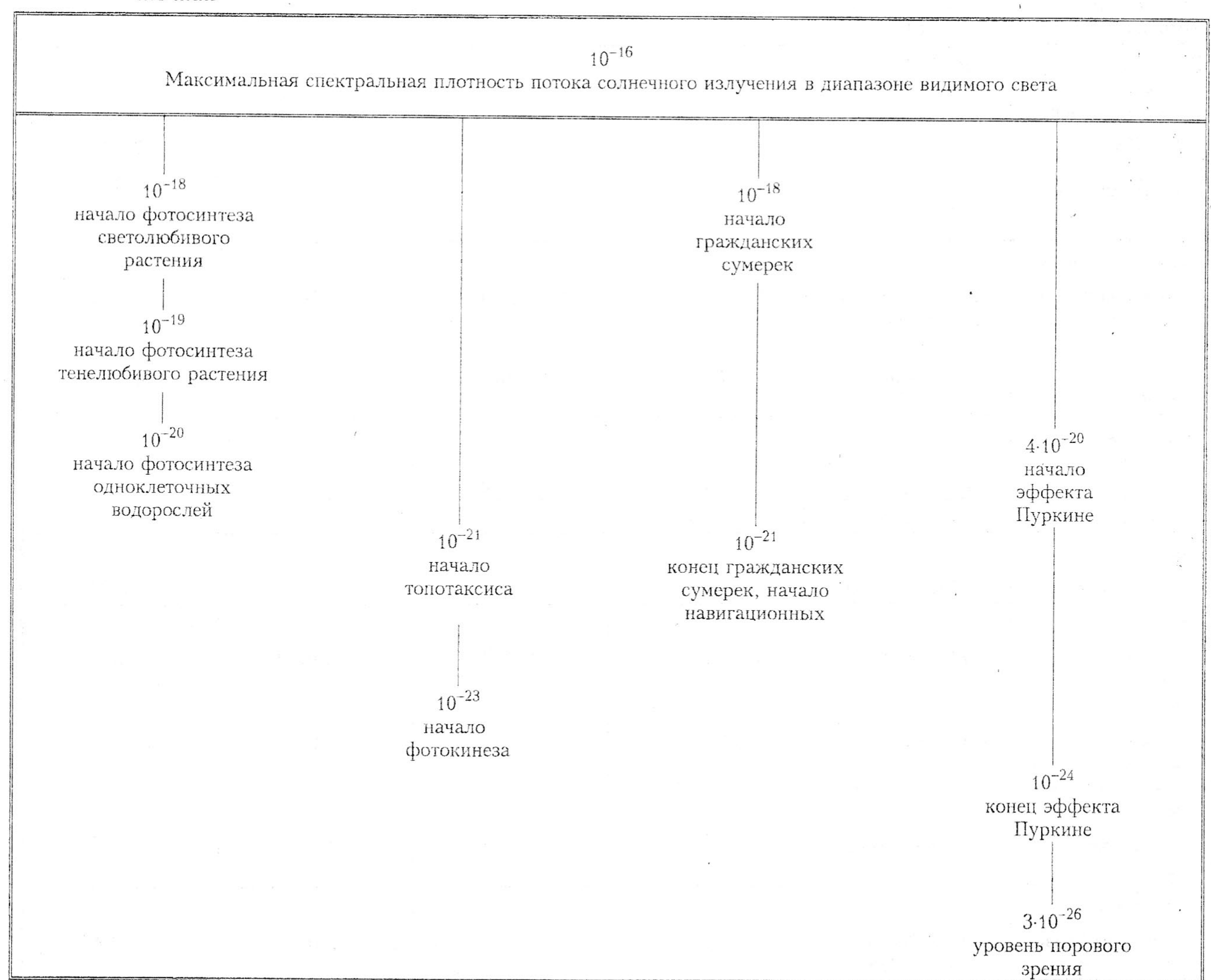


Табл.2. ***Диссипативные функции различных систем и процессов***

Система и тест	Автор, год публикации	E^0_ν, Дж/см^2	$\dot{S}^0_a/\Delta\nu$, Дж/см^2 · град	$\dot{S}^0_i/\Delta\nu$, Дж/см^2 · град	$\dot{S}^0_i/\dot{S}^0_a$
Зрение человека на красной границе	*Ю.П.Чукова*, 1987	10^{-20} — 10^{-26}	10^{-23} — 10^{-29}	10^{-23} — 10^{-29}	0,6 — 1,1
Фотодвижение:	*Ю.П.Чукова*, 1990				
фотокинез					1,4
топотаксис					3 — 10
фототаксис					10 — $2{,}5\cdot10^3$
Фотосинтез	*Ю.П.Чукова*, 1989				
одноклеточных водорослей		10^{-20}			2,3
тенелюбивых растений		10^{-19}			2,6
светолюбивых растений		10^{-18}			3,1
Кремниевый солнечный элемент	*Ю.П.Чукова*, 1987				2,5 — 4
Технический фотолиз I_2	*Ю.П.Чукова*, 1987				9
Распад в луче лазера CO_2 молекул и ионов	*Ю.П.Чукова*, 1990				
SF_5NF_2					$2\cdot10^2$
$[(C_2H_5)_2O]_2H^+$					10^3
C_2H_4					10^5
Кишечная палочка					
синтез колицина	*А.З.Смолянская, Р.Л.Виленская*, 1973	$(4-6)\cdot10^{-15}$	$(3-6)\cdot10^{-21}$	$(1-2)\cdot10^{-17}$	$(3-5)\cdot10^3$
синтез лямбда-профага	*Webb*, 1979	$1{,}7\cdot10^{-13}$	$8{,}8\cdot10^{-21}$	$5{,}4\cdot10^{-16}$	$6{,}1\cdot10^4$
Золотистый стафилококк					
синтез пенициллиназы	*Н.Д.Девятков* и др., 1981	$2\cdot10^{-13}$	$4{,}3\cdot10^{-21}$	$6{,}4\cdot10^{-16}$	$1{,}5\cdot10^5$
Дрожжи					
скорость роста	*W.Gründler*, 1977	10^{-11}	$4{,}2\cdot10^{-21}$	$3{,}2\cdot10^{-14}$	$7{,}6\cdot10^6$
Крысы					
электрическая активность гипоталамуса	*Ю.А.Андреев* и др., 1985	$4\cdot10^{-11}$	$8\cdot10^{-21}$	$1{,}3\cdot10^{-13}$	$1{,}6\cdot10^7$
изменение количества клеток костного мозга	*Л.А.Севастьянова*, 1973	$3{,}9\cdot10^{-11}$	$4{,}3\cdot10^{-21}$	$1{,}3\cdot10^{-13}$	$2{,}9\cdot10^7$
изменение числа кариоцидов	*Л.А.Севастьянова*, 1983	$4\cdot10^{-11}$	$4{,}5\cdot10^{-21}$	$1{,}3\cdot10^{-13}$	$2{,}9\cdot10^7$
Гемоглобин					
жесткость связи гем—белок	*Н.П.Диденко* и др., 1983	$2{,}3\cdot10^{-10}$	$4{,}8\cdot10^{-21}$	$7{,}2\cdot10^{-13}$	$1{,}5\cdot10^8$

☞ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА "МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ"

1. К публикации принимаются материалы, не предназначенные для публикации в других изданиях.

2. Статьи представляются на дискетах любой емкости и в виде распечатки (2 экз.). Их следует набирать в форматах *Word for Windows версии не выше 6.0* или *MS DOS* (стандартный код ASCII) в следующем порядке:

название статьи на русском и английском языках;

краткие сведения об авторах, включающие фамилию, имя, отчество и место работы на русском и английском языках;

аннотация на русском и английском языках;

текст статьи;

литература.

Формулы в тексте статьи (включая их числовые метки) вписываются на распечатке от руки, отчетливо, черным цветом на расстоянии 1 см от края текста.

3. Иллюстрации к статьям представляются на отдельных листах в двух экземплярах. На обороте каждого листа указываются название статьи, фамилии авторов и номер иллюстрации.

Рисунки выполняются в соответствии со следующими требованиями:

четко, под линейку, желательно тушью (*ксерокопии не допускаются*);

выбирать по возможности наиболее мелкий масштаб изображения (при условии читаемости);

буквенные и цифровые обозначения на рисунках по начертанию и размеру давать в соответствии с обозначениями в тексте статьи (см. образцы начертания символов в журнале);

размер рисунка — не более 17×20 см, желательно в портретной ориентации;

выносить текстовую информацию из рисунка в текст статьи или подрисуночные подписи (см.п.4).

Полутоновые иллюстрации (в т.ч. фотоматериалы) принимаются *только в оригиналах.*

Не допускается включение иллюстраций в текст статьи!

4. Все иллюстрации должны сопровождаться *краткими* подрисуночными подписями (не повторяющими фразы-ссылки на рисунки в тексте), включающими в себя название иллюстрации и, при необходимости, условные обозначения. Подрисуночные подписи включаются в текст статьи в виде отдельных абзацев (Рис.1,2 ... .), расположенных в предполагаемых местах размещения иллюстраций.

5. Термины и определения, единицы физических величин, употребляемые в статье, должны соответствовать действующим ГОСТам.

6. Буквы в формулах необходимо размечать карандашом в первом экземпляре по следующим правилам:

прописные и строчные буквы, различающиеся только своими размерами, подчеркиваются двумя чертами: прописные — снизу, строчные — сверху. Нуль не подчеркивается;

греческие буквы подчеркиваются красным, векторы — синим (стрелки не употребляются), а матрицы — зеленым цветом;

латинские буквы подчеркиваются волнистой чертой снизу;

употребление рукописных, готических и русских букв, а также символов следует оговаривать на полях рукописи;

индексы и показатели степени следует отчеркивать дугами, направленными вниз или вверх соответственно для нижних и верхних индексов. Необходимо четко различать в индексах написание запятой, штриха и единицы.

7. Формулы в тексте следует нумеровать в круглых скобках (например, (2)), литературные ссылки в прямых — [2], подстрочные замечания отмечаются звездочками *.

8. При оформлении списка используемой литературы обязательно следует указывать авторов и название работы, источник, издательство, год издания, страницы.

9. На последней странице рукописи должны быть подписи всех авторов. Служебные и домашние адреса авторов с обязательным указанием почтового индекса и номеров телефонов печатаются на отдельной странице.

10. Редакция не ставит в известность авторов об изменениях и сокращениях рукописи, имеющих редакционный характер и не затрагивающих принципиальных вопросов.

Для оперативной работы редакции просим указывать в сведениях об авторах адрес Вашей электронной почты. Наш адрес E-mail: zaoiprzhr@glasnet.ru

45 руб. Индекс 47816